

qvgesti3nambiental

# CAPITULO I

DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL  
RESPONSABLE DEL DOCUMENTO T3CNICO UNIFICADO



## Contenido

|   |    |
|---|----|
| I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO.....  | 4  |
| I.1. Datos Generales del Proyecto .....   | 4  |
| I.1.1. Nombre del proyecto .....  | 4  |
| I.1.2. Ubicación del proyecto .....   | 4  |
| I.1.3. Duración del proyecto.....   | 17 |
| I.1.4. Presentación de la documentación legal .....   | 17 |
| I.2. Datos generales del promovente .....   | 17 |
| I.2.1. Nombre o razón social .....  | 17 |
| I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente .....  | 17 |
| I.2.3. Nombre y cargo del representante legal .....   | 17 |
| I.2.4. Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones .....   | 18 |
| I.3. Responsable de la elaboración del documento técnico unificado .....  | 18 |
| I.3.1. Nombre o razón social .....  | 18 |
| I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes .....   | 18 |
| I.3.3. Nombre del responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental .....   | 18 |
| I.3.4. Dirección del responsable técnico del documento.....   | 19 |
| I.3.5. Datos de inscripción en el registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo..... | 19 |
| I.3.6 Nombre .....  | 19 |
| I.3.7. Cédula Profesional .....   | 19 |



**“Hotel Riviera Cancún”**

---

1.3.8 Registro Nacional Forestal ..... 19



## **I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO**

### **I.1. Datos Generales del Proyecto**

#### **I.1.1. Nombre del proyecto**

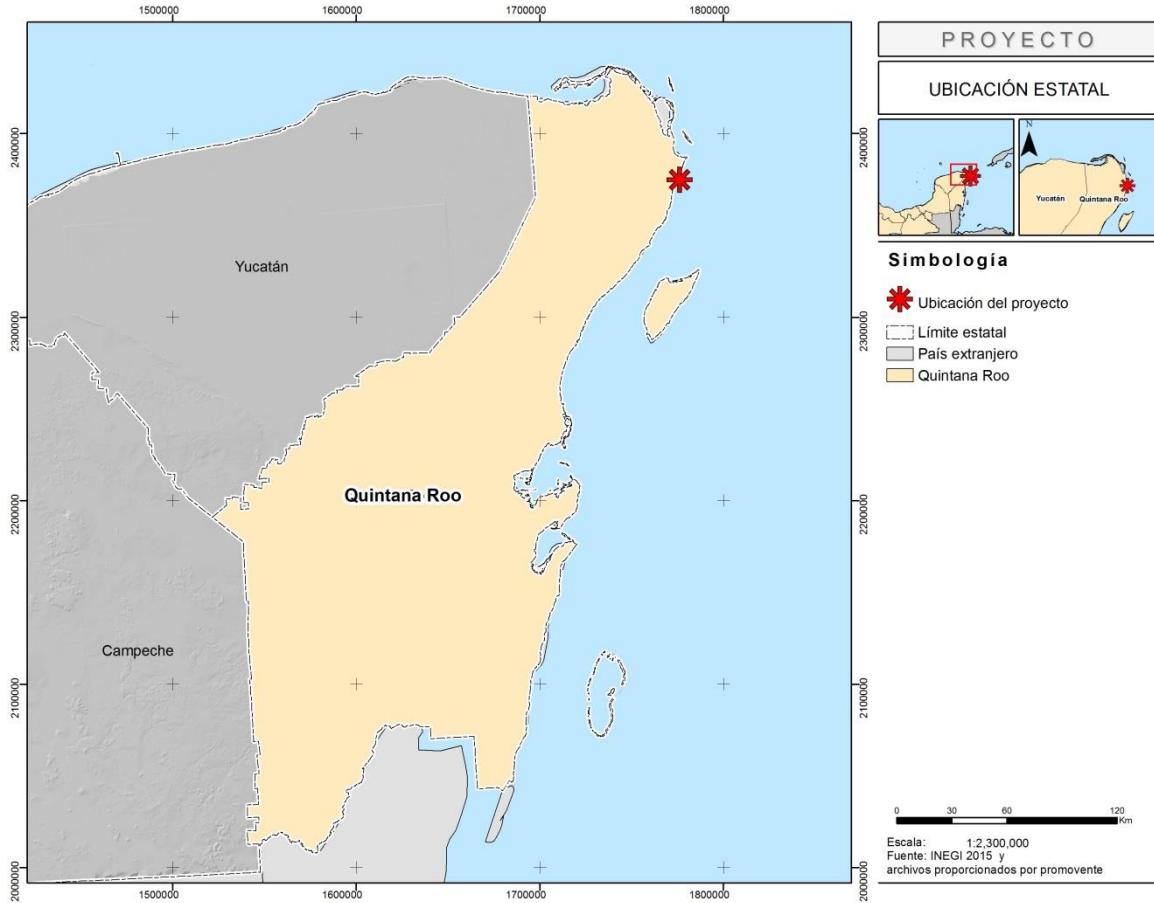
Hotel Riviera Cancún

#### **I.1.2. Ubicación del proyecto**

El proyecto se localizará en el lote 72-03, Manzana 55 del Boulevard Kukulcán en la Zona Hotelera en la ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, como se muestra en las siguientes figuras.

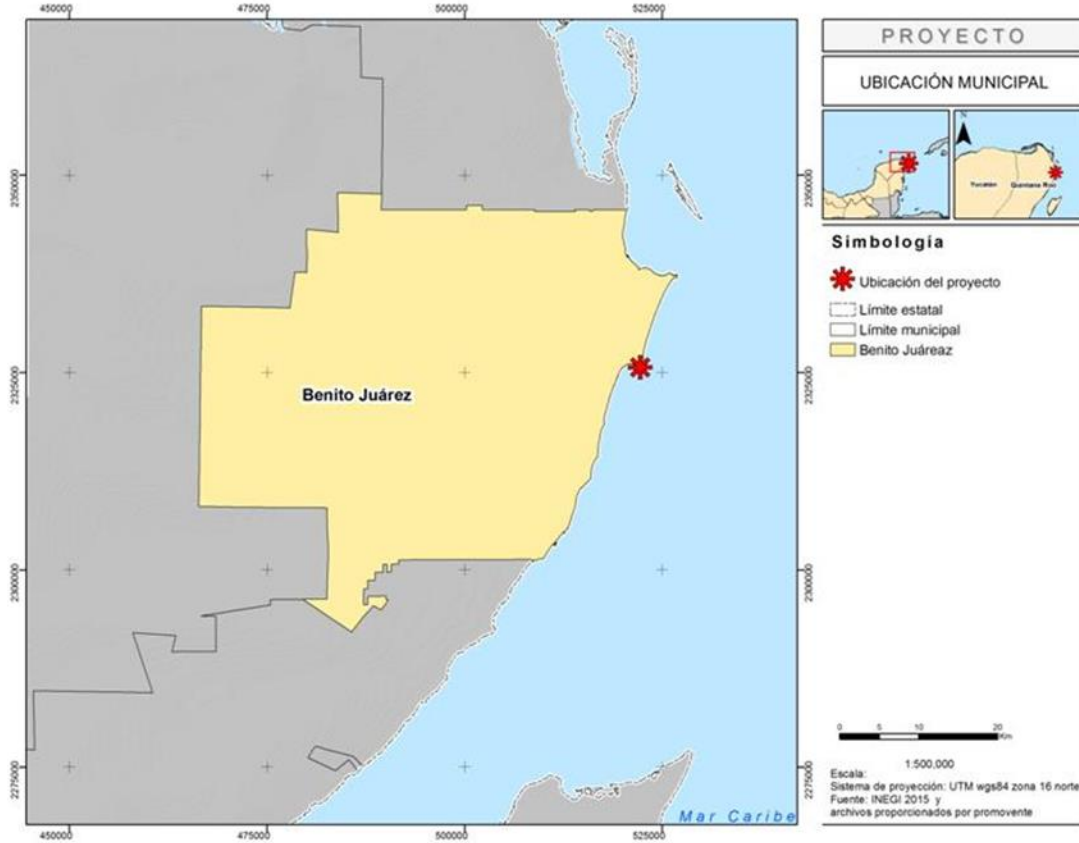


**“Hotel Riviera Canc3n”**



**Figura I.1.** Ubicaci3n del proyecto dentro del Estado de Quintana Roo.

**“Hotel Riviera Cancún”**



**Figura I.2.** Ubicación del proyecto dentro del municipio de Benito Juárez.

A continuación se presentan las coordenadas de los vértices en UTM del polígono y de cada una de sus obras, así como las coordenadas extremas del cambio de uso de suelo. Al respecto de éste, en los anexos del capítulo I se presenta el resto de los vértices debido a su extensa conformación.



**“Hotel Riviera Canc3n”**

**Tabla I.1.**Coordenadas de ubicaci3n del pol3gono del proyecto

| Pol3gono |             |               |
|----------|-------------|---------------|
| V3rtice  | X           | Y             |
| 1        | 522,207.086 | 2,325,567.553 |
| 2        | 522,179.782 | 2,325,570.652 |
| 3        | 522,156.364 | 2,325,626.759 |
| 4        | 522,154.417 | 2,325,631.423 |
| 5        | 522,185.943 | 2,325,644.310 |
| 6        | 522,239.557 | 2,325,692.304 |
| 7        | 522,303.770 | 2,325,731.203 |
| 8        | 522,352.662 | 2,325,730.006 |
| 9        | 522,387.808 | 2,325,658.328 |
| 10       | 522,353.918 | 2,325,644.025 |
| 11       | 522,309.105 | 2,325,622.976 |
| 12       | 522,269.724 | 2,325,603.443 |
| 13       | 522,242.037 | 2,325,588.944 |

**Tabla I.2** Coordenadas de ubicaci3n del edificio principal

| Edificio Principal |             |               |
|--------------------|-------------|---------------|
| V3rtice            | X           | Y             |
| 1                  | 522,195.058 | 2,325,631.931 |
| 2                  | 522,216.553 | 2,325,642.941 |
| 3                  | 522,215.550 | 2,325,644.899 |
| 4                  | 522,212.025 | 2,325,643.007 |
| 5                  | 522,211.888 | 2,325,643.274 |
| 6                  | 522,215.413 | 2,325,645.166 |
| 7                  | 522,233.951 | 2,325,654.605 |
| 8                  | 522,242.826 | 2,325,659.208 |
| 9                  | 522,241.830 | 2,325,661.152 |
| 10                 | 522,241.163 | 2,325,660.810 |
| 11                 | 522,240.980 | 2,325,661.166 |

| Edificio Principal |             |               |
|--------------------|-------------|---------------|
| V3rtice            | X           | Y             |
| 12                 | 522,241.648 | 2,325,661.508 |
| 13                 | 522,241.511 | 2,325,661.774 |
| 14                 | 522,255.039 | 2,325,668.704 |
| 15                 | 522,255.176 | 2,325,668.437 |
| 16                 | 522,255.844 | 2,325,668.779 |
| 17                 | 522,256.026 | 2,325,668.423 |
| 18                 | 522,255.359 | 2,325,668.081 |
| 19                 | 522,256.354 | 2,325,666.137 |
| 20                 | 522,263.430 | 2,325,669.762 |
| 21                 | 522,262.859 | 2,325,670.876 |
| 22                 | 522,276.214 | 2,325,678.035 |
| 23                 | 522,275.842 | 2,325,678.760 |
| 24                 | 522,272.377 | 2,325,685.525 |
| 25                 | 522,270.152 | 2,325,684.385 |
| 26                 | 522,269.924 | 2,325,684.829 |
| 27                 | 522,272.150 | 2,325,685.969 |
| 28                 | 522,269.039 | 2,325,692.041 |
| 29                 | 522,308.586 | 2,325,715.956 |
| 30                 | 522,313.294 | 2,325,706.763 |
| 31                 | 522,330.339 | 2,325,715.494 |
| 32                 | 522,333.097 | 2,325,710.109 |
| 33                 | 522,339.861 | 2,325,713.574 |
| 34                 | 522,352.284 | 2,325,689.321 |
| 35                 | 522,353.618 | 2,325,690.004 |
| 36                 | 522,358.792 | 2,325,679.902 |
| 37                 | 522,359.949 | 2,325,680.495 |
| 38                 | 522,362.616 | 2,325,675.288 |
| 39                 | 522,360.124 | 2,325,674.011 |
| 40                 | 522,360.375 | 2,325,673.522 |
| 41                 | 522,359.664 | 2,325,673.158 |

**“Hotel Riviera Canc3n”**

| Edificio Principal |             |               |
|--------------------|-------------|---------------|
| V3rtice            | X           | Y             |
| 42                 | 522,359.619 | 2,325,673.247 |
| 43                 | 522,329.669 | 2,325,657.906 |
| 44                 | 522,329.713 | 2,325,657.816 |
| 45                 | 522,329.001 | 2,325,657.451 |
| 46                 | 522,323.281 | 2,325,668.622 |
| 47                 | 522,312.992 | 2,325,663.352 |
| 48                 | 522,311.625 | 2,325,666.022 |
| 49                 | 522,288.404 | 2,325,654.128 |
| 50                 | 522,289.179 | 2,325,652.615 |
| 51                 | 522,289.624 | 2,325,652.843 |
| 52                 | 522,289.806 | 2,325,652.487 |
| 53                 | 522,284.288 | 2,325,649.660 |
| 54                 | 522,284.106 | 2,325,650.016 |
| 55                 | 522,284.550 | 2,325,650.244 |
| 56                 | 522,283.776 | 2,325,651.757 |
| 57                 | 522,274.475 | 2,325,646.993 |
| 58                 | 522,274.452 | 2,325,647.037 |
| 59                 | 522,241.031 | 2,325,629.919 |
| 60                 | 522,241.282 | 2,325,629.429 |
| 61                 | 522,240.837 | 2,325,629.201 |
| 62                 | 522,240.472 | 2,325,629.913 |
| 63                 | 522,233.843 | 2,325,626.519 |
| 64                 | 522,236.442 | 2,325,621.439 |
| 65                 | 522,234.218 | 2,325,620.300 |
| 66                 | 522,231.844 | 2,325,624.932 |
| 67                 | 522,203.803 | 2,325,610.577 |
| 68                 | 522,199.290 | 2,325,619.389 |
| 69                 | 522,198.845 | 2,325,619.161 |
| 70                 | 522,194.792 | 2,325,627.076 |
| 71                 | 522,195.060 | 2,325,627.213 |

| Edificio Principal |             |               |
|--------------------|-------------|---------------|
| V3rtice            | X           | Y             |
| 72                 | 522,195.151 | 2,325,627.035 |
| 73                 | 522,197.064 | 2,325,628.015 |



**“Hotel Riviera Canc3n”**

**Tabla I.3.**Coordenadas de ubicaci3n de edificios complementarios.

| Edificios complementarios |             |               |
|---------------------------|-------------|---------------|
| Bar piscina               |             |               |
| V3rtice                   | X           | Y             |
| 1                         | 522,224.488 | 2,325,599.375 |
| 2                         | 522,221.970 | 2,325,604.292 |
| 3                         | 522,224.195 | 2,325,605.432 |
| 4                         | 522,223.066 | 2,325,607.635 |
| 5                         | 522,240.241 | 2,325,616.432 |
| 6                         | 522,244.624 | 2,325,607.874 |
| 7                         | 522,232.253 | 2,325,601.537 |
| 8                         | 522,231.562 | 2,325,602.886 |
| 9                         | 522,230.761 | 2,325,602.476 |
| 10                        | 522,230.716 | 2,325,602.565 |
| 11                        | 522,228.224 | 2,325,601.288 |
| 12                        | 522,228.269 | 2,325,601.199 |
| 13                        | 522,226.756 | 2,325,600.425 |
| 14                        | 522,226.711 | 2,325,600.514 |
| Toallero                  |             |               |
| V3rtice                   | X           | Y             |
| 1                         | 522,277.596 | 2,325,645.783 |
| 2                         | 522,281.779 | 2,325,647.925 |
| 3                         | 522,281.688 | 2,325,648.103 |
| 4                         | 522,281.821 | 2,325,648.172 |
| 5                         | 522,282.140 | 2,325,647.549 |
| 6                         | 522,284.365 | 2,325,648.688 |
| 7                         | 522,285.571 | 2,325,646.553 |
| 8                         | 522,283.791 | 2,325,645.642 |
| 9                         | 522,283.677 | 2,325,645.864 |
| 10                        | 522,278.826 | 2,325,643.380 |

| Bar acu3tico |             |               |
|--------------|-------------|---------------|
| V3rtice      | X           | Y             |
| 1            | 522,304.126 | 2,325,648.878 |
| 2            | 522,303.852 | 2,325,649.412 |
| 3            | 522,310.083 | 2,325,652.603 |
| 4            | 522,311.633 | 2,325,649.577 |
| 5            | 522,305.402 | 2,325,646.386 |
| Vestidores   |             |               |
| V3rtice      | X           | Y             |
| A1           | 522,276.081 | 2,325,644.445 |
| A2           | 522,276.304 | 2,325,644.559 |
| A3           | 522,276.338 | 2,325,644.492 |
| A4           | 522,277.517 | 2,325,645.096 |
| A5           | 522,278.155 | 2,325,643.850 |
| A6           | 522,276.820 | 2,325,643.166 |
| A7           | 522,276.262 | 2,325,644.257 |
| A8           | 522,276.195 | 2,325,644.223 |
| B1           | 522,330.443 | 2,325,651.726 |
| B2           | 522,330.665 | 2,325,651.840 |
| B3           | 522,330.699 | 2,325,651.773 |
| B4           | 522,331.879 | 2,325,652.377 |
| B5           | 522,332.517 | 2,325,651.131 |
| B6           | 522,331.182 | 2,325,650.447 |
| B7           | 522,330.623 | 2,325,651.537 |
| B8           | 522,330.557 | 2,325,651.503 |
| Miniclub     |             |               |
| V3rtice      | X           | Y             |
| 1            | 522,187.528 | 2,325,601.353 |
| 2            | 522,183.985 | 2,325,599.848 |
| 3            | 522,181.130 | 2,325,606.566 |
| 4            | 522,184.674 | 2,325,608.072 |



## "Hotel Riviera Canc3n"

**Tabla I.4.** Coordenadas de la distribuci3n de albercas.

| Albercas      |             |               |
|---------------|-------------|---------------|
| Alberca ni3os |             |               |
| V3rtice       | X           | Y             |
| 1             | 522,176.536 | 2,325,617.622 |
| 2             | 522,190.955 | 2,325,625.007 |
| 3             | 522,195.604 | 2,325,615.928 |
| 4             | 522,181.185 | 2,325,608.543 |
| Alberca 1     |             |               |
| V3rtice       | X           | Y             |
| 1             | 522,194.471 | 2,325,595.237 |
| 2             | 522,205.463 | 2,325,600.867 |
| 3             | 522,206.455 | 2,325,598.930 |
| 4             | 522,223.144 | 2,325,607.477 |
| 5             | 522,224.192 | 2,325,605.430 |
| 6             | 522,221.970 | 2,325,604.292 |
| 7             | 522,224.485 | 2,325,599.374 |
| 8             | 522,226.711 | 2,325,600.513 |
| 9             | 522,226.756 | 2,325,600.425 |
| 10            | 522,228.269 | 2,325,601.199 |
| 11            | 522,228.224 | 2,325,601.288 |
| 12            | 522,230.716 | 2,325,602.565 |
| 13            | 522,230.761 | 2,325,602.476 |
| 14            | 522,231.562 | 2,325,602.886 |
| 15            | 522,232.253 | 2,325,601.537 |
| 16            | 522,232.787 | 2,325,601.811 |
| 17            | 522,233.138 | 2,325,601.126 |
| 18            | 522,200.117 | 2,325,584.214 |
| Alberca 2     |             |               |
| V3rtice       | X           | Y             |
| 1             | 522,246.304 | 2,325,619.935 |
| 2             | 522,250.844 | 2,325,622.260 |
| 3             | 522,278.672 | 2,325,636.514 |
| 4             | 522,283.211 | 2,325,638.839 |
| 5             | 522,287.759 | 2,325,629.961 |
| 6             | 522,250.852 | 2,325,611.056 |
| Alberca 3     |             |               |

| V3rtice | X           | Y             |
|---------|-------------|---------------|
| 1       | 522,299.369 | 2,325,647.116 |
| 2       | 522,303.852 | 2,325,649.412 |
| 3       | 522,305.402 | 2,325,646.386 |
| 4       | 522,311.633 | 2,325,649.577 |
| 5       | 522,310.083 | 2,325,652.603 |
| 6       | 522,321.775 | 2,325,658.593 |
| 7       | 522,322.824 | 2,325,656.546 |
| 8       | 522,326.323 | 2,325,649.715 |
| 9       | 522,303.916 | 2,325,638.237 |
| 10      | 522,300.417 | 2,325,645.068 |



## "Hotel Riviera Canc3n"

Tabla I.5.Coordenadas de ubicaci3n de la plaza.

| Plaza   |             |               |
|---------|-------------|---------------|
| V3rtice | X           | Y             |
| 1       | 522,203.806 | 2,325,610.570 |
| 2       | 522,231.845 | 2,325,624.930 |
| 3       | 522,236.265 | 2,325,616.303 |
| 4       | 522,208.224 | 2,325,601.946 |

Tabla I.6.Coordenadas de distribuci3n de las banquetas.

| Banquetas |             |               |
|-----------|-------------|---------------|
| V3rtice   | X           | Y             |
| A1        | 522,333.097 | 2,325,710.109 |
| A2        | 522,332.094 | 2,325,712.068 |
| A3        | 522,338.145 | 2,325,715.167 |
| A4        | 522,339.148 | 2,325,713.209 |
| B1        | 522,202.668 | 2,325,635.829 |
| B2        | 522,201.581 | 2,325,637.951 |
| B3        | 522,201.400 | 2,325,638.385 |
| B4        | 522,201.289 | 2,325,638.843 |
| B5        | 522,201.251 | 2,325,639.312 |
| B6        | 522,201.287 | 2,325,639.781 |
| B7        | 522,201.396 | 2,325,640.239 |
| B8        | 522,201.575 | 2,325,640.675 |
| B9        | 522,201.820 | 2,325,641.077 |
| B10       | 522,202.125 | 2,325,641.435 |
| B11       | 522,202.483 | 2,325,641.742 |
| B12       | 522,202.884 | 2,325,641.989 |
| B13       | 522,202.952 | 2,325,641.855 |
| B14       | 522,202.752 | 2,325,641.753 |
| B15       | 522,205.139 | 2,325,637.094 |
| C1        | 522,233.951 | 2,325,654.605 |
| C2        | 522,232.613 | 2,325,657.217 |
| C3        | 522,241.511 | 2,325,661.774 |
| C4        | 522,241.648 | 2,325,661.508 |
| C5        | 522,240.980 | 2,325,661.166 |
| C6        | 522,241.163 | 2,325,660.810 |

| Banquetas |             |               |
|-----------|-------------|---------------|
| V3rtice   | X           | Y             |
| C7        | 522,241.830 | 2,325,661.152 |
| C8        | 522,242.826 | 2,325,659.208 |
| D1        | 522,255.039 | 2,325,668.704 |
| D2        | 522,259.593 | 2,325,671.037 |
| D3        | 522,260.823 | 2,325,671.767 |
| D4        | 522,261.954 | 2,325,672.644 |
| D5        | 522,263.430 | 2,325,669.762 |
| D6        | 522,256.354 | 2,325,666.137 |
| D7        | 522,255.359 | 2,325,668.081 |
| D8        | 522,256.026 | 2,325,668.423 |
| D9        | 522,255.844 | 2,325,668.779 |
| D10       | 522,255.176 | 2,325,668.437 |
| E1        | 522,314.585 | 2,325,707.424 |
| E2        | 522,313.294 | 2,325,706.763 |
| E3        | 522,313.294 | 2,325,706.763 |
| E4        | 522,308.586 | 2,325,715.956 |
| E5        | 522,308.542 | 2,325,715.930 |
| E6        | 522,303.964 | 2,325,724.648 |
| E7        | 522,304.444 | 2,325,724.655 |
| E8        | 522,304.919 | 2,325,724.587 |
| E9        | 522,305.377 | 2,325,724.444 |
| E10       | 522,305.807 | 2,325,724.231 |
| E11       | 522,306.198 | 2,325,723.952 |
| E12       | 522,306.539 | 2,325,723.615 |
| E13       | 522,306.823 | 2,325,723.228 |
| E14       | 522,307.043 | 2,325,722.802 |
| E15       | 522,309.900 | 2,325,717.226 |
| E16       | 522,309.900 | 2,325,717.226 |
| E17       | 522,309.932 | 2,325,717.150 |
| E18       | 522,309.950 | 2,325,717.069 |
| E19       | 522,309.955 | 2,325,716.987 |
| E20       | 522,309.947 | 2,325,716.904 |
| E21       | 522,309.924 | 2,325,716.825 |
| E22       | 522,309.889 | 2,325,716.750 |
| E23       | 522,309.842 | 2,325,716.682 |



## "Hotel Riviera Canc3n"

Tabla I.7. Coordenadas de ubicaci3n de las calles.

| Calles  |             |               |
|---------|-------------|---------------|
| V3rtice | X           | Y             |
| 1       | 522,326.789 | 2,325,729.389 |
| 2       | 522,326.684 | 2,325,725.090 |
| 3       | 522,320.584 | 2,325,725.240 |
| 4       | 522,320.094 | 2,325,725.210 |
| 5       | 522,319.617 | 2,325,725.096 |
| 6       | 522,319.166 | 2,325,724.902 |
| 7       | 522,318.755 | 2,325,724.633 |
| 8       | 522,318.397 | 2,325,724.298 |
| 9       | 522,318.101 | 2,325,723.907 |
| 10      | 522,317.877 | 2,325,723.471 |
| 11      | 522,317.730 | 2,325,723.002 |
| 12      | 522,317.667 | 2,325,722.516 |
| 13      | 522,317.688 | 2,325,722.025 |
| 14      | 522,317.792 | 2,325,721.546 |
| 15      | 522,317.977 | 2,325,721.092 |
| 16      | 522,322.817 | 2,325,711.641 |
| 17      | 522,314.585 | 2,325,707.424 |
| 18      | 522,309.842 | 2,325,716.682 |
| 19      | 522,309.889 | 2,325,716.750 |
| 20      | 522,309.924 | 2,325,716.825 |
| 21      | 522,309.946 | 2,325,716.905 |
| 22      | 522,309.955 | 2,325,716.987 |
| 23      | 522,309.950 | 2,325,717.069 |
| 24      | 522,309.932 | 2,325,717.150 |
| 25      | 522,309.900 | 2,325,717.226 |
| 26      | 522,307.043 | 2,325,722.802 |
| 27      | 522,306.824 | 2,325,723.228 |
| 28      | 522,306.540 | 2,325,723.615 |
| 29      | 522,306.198 | 2,325,723.952 |
| 30      | 522,305.807 | 2,325,724.231 |
| 31      | 522,305.377 | 2,325,724.444 |
| 32      | 522,304.919 | 2,325,724.587 |
| 33      | 522,304.444 | 2,325,724.656 |
| 34      | 522,303.964 | 2,325,724.648 |
| 35      | 522,304.038 | 2,325,724.506 |

| Calles  |             |               |
|---------|-------------|---------------|
| V3rtice | X           | Y             |
| 36      | 522,301.589 | 2,325,723.674 |
| 37      | 522,299.299 | 2,325,722.473 |
| 38      | 522,248.431 | 2,325,691.658 |
| 39      | 522,250.293 | 2,325,692.517 |
| 40      | 522,252.275 | 2,325,693.045 |
| 41      | 522,254.318 | 2,325,693.226 |
| 42      | 522,256.361 | 2,325,693.055 |
| 43      | 522,258.346 | 2,325,692.537 |
| 44      | 522,260.212 | 2,325,691.688 |
| 45      | 522,261.906 | 2,325,690.532 |
| 46      | 522,263.377 | 2,325,689.104 |
| 47      | 522,264.583 | 2,325,687.445 |
| 48      | 522,265.487 | 2,325,685.604 |
| 49      | 522,266.063 | 2,325,683.636 |
| 50      | 522,266.294 | 2,325,681.598 |
| 51      | 522,266.173 | 2,325,679.551 |
| 52      | 522,265.704 | 2,325,677.555 |
| 53      | 522,264.901 | 2,325,675.668 |
| 54      | 522,263.786 | 2,325,673.946 |
| 55      | 522,262.394 | 2,325,672.440 |
| 56      | 522,263.123 | 2,325,671.017 |
| 57      | 522,262.859 | 2,325,670.876 |
| 58      | 522,261.954 | 2,325,672.644 |
| 59      | 522,260.823 | 2,325,671.767 |
| 60      | 522,259.593 | 2,325,671.037 |
| 61      | 522,232.613 | 2,325,657.217 |
| 62      | 522,232.679 | 2,325,657.089 |
| 63      | 522,202.952 | 2,325,641.855 |
| 64      | 522,202.884 | 2,325,641.989 |
| 65      | 522,202.483 | 2,325,641.742 |
| 66      | 522,202.125 | 2,325,641.435 |
| 67      | 522,201.820 | 2,325,641.077 |
| 68      | 522,201.575 | 2,325,640.675 |
| 69      | 522,201.396 | 2,325,640.239 |
| 70      | 522,201.287 | 2,325,639.781 |
| 71      | 522,201.251 | 2,325,639.312 |
| 72      | 522,201.289 | 2,325,638.843 |





## "Hotel Riviera Canc3n"

| Calles  |             |               |
|---------|-------------|---------------|
| V3rtice | X           | Y             |
| 73      | 522,201.400 | 2,325,638.385 |
| 74      | 522,201.581 | 2,325,637.951 |
| 75      | 522,202.668 | 2,325,635.829 |
| 76      | 522,197.194 | 2,325,633.025 |
| 77      | 522,196.103 | 2,325,635.154 |
| 78      | 522,195.839 | 2,325,635.574 |
| 79      | 522,195.506 | 2,325,635.943 |
| 80      | 522,195.114 | 2,325,636.248 |
| 81      | 522,194.675 | 2,325,636.480 |
| 82      | 522,194.202 | 2,325,636.633 |
| 83      | 522,193.710 | 2,325,636.701 |
| 84      | 522,193.213 | 2,325,636.682 |
| 85      | 522,192.728 | 2,325,636.578 |
| 86      | 522,192.267 | 2,325,636.391 |
| 87      | 522,175.154 | 2,325,627.626 |
| 88      | 522,172.972 | 2,325,626.716 |
| 89      | 522,170.676 | 2,325,626.156 |
| 90      | 522,168.320 | 2,325,625.960 |
| 91      | 522,165.963 | 2,325,626.134 |
| 92      | 522,163.661 | 2,325,626.671 |
| 93      | 522,161.471 | 2,325,627.560 |
| 94      | 522,159.446 | 2,325,628.780 |
| 95      | 522,157.635 | 2,325,630.299 |
| 96      | 522,156.082 | 2,325,632.081 |
| 97      | 522,156.070 | 2,325,632.098 |
| 98      | 522,164.394 | 2,325,635.500 |
| 99      | 522,164.414 | 2,325,635.484 |
| 100     | 522,165.478 | 2,325,634.772 |
| 101     | 522,166.644 | 2,325,634.244 |
| 102     | 522,167.881 | 2,325,633.913 |
| 103     | 522,169.156 | 2,325,633.789 |
| 104     | 522,170.433 | 2,325,633.874 |
| 105     | 522,171.680 | 2,325,634.167 |
| 106     | 522,172.862 | 2,325,634.660 |
| 107     | 522,181.789 | 2,325,639.218 |
| 108     | 522,184.558 | 2,325,640.872 |
| 109     | 522,187.090 | 2,325,642.870 |

| Calles  |             |               |
|---------|-------------|---------------|
| V3rtice | X           | Y             |
| 110     | 522,243.168 | 2,325,693.069 |
| 111     | 522,244.346 | 2,325,694.083 |
| 112     | 522,245.616 | 2,325,694.980 |
| 113     | 522,297.071 | 2,325,726.151 |
| 114     | 522,300.253 | 2,325,727.782 |
| 115     | 522,303.634 | 2,325,728.944 |
| 116     | 522,307.146 | 2,325,729.616 |
| 117     | 522,310.717 | 2,325,729.783 |
| 118     | 522,326.789 | 2,325,729.389 |
| 119     | 522,231.753 | 2,325,664.972 |
| 120     | 522,231.896 | 2,325,664.968 |
| 121     | 522,232.036 | 2,325,664.988 |
| 122     | 522,232.172 | 2,325,665.030 |
| 123     | 522,252.647 | 2,325,675.517 |
| 124     | 522,253.212 | 2,325,675.819 |
| 125     | 522,253.719 | 2,325,676.210 |
| 126     | 522,254.154 | 2,325,676.680 |
| 127     | 522,254.505 | 2,325,677.215 |
| 128     | 522,254.763 | 2,325,677.801 |
| 129     | 522,254.920 | 2,325,678.422 |
| 130     | 522,254.972 | 2,325,679.060 |
| 131     | 522,254.917 | 2,325,679.698 |
| 132     | 522,254.758 | 2,325,680.318 |
| 133     | 522,254.498 | 2,325,680.903 |
| 134     | 522,254.144 | 2,325,681.437 |
| 135     | 522,253.708 | 2,325,681.905 |
| 136     | 522,253.199 | 2,325,682.294 |
| 137     | 522,252.633 | 2,325,682.593 |
| 138     | 522,252.026 | 2,325,682.795 |
| 139     | 522,251.393 | 2,325,682.893 |
| 140     | 522,250.753 | 2,325,682.885 |
| 141     | 522,250.123 | 2,325,682.771 |
| 142     | 522,249.521 | 2,325,682.554 |
| 143     | 522,248.963 | 2,325,682.240 |
| 144     | 522,248.464 | 2,325,681.838 |
| 145     | 522,231.396 | 2,325,666.560 |
| 146     | 522,231.282 | 2,325,666.476 |



## "Hotel Riviera Canc3n"

| Calles  |             |               |
|---------|-------------|---------------|
| V3rtice | X           | Y             |
| 147     | 522,231.183 | 2,325,666.374 |
| 148     | 522,231.102 | 2,325,666.257 |
| 149     | 522,231.042 | 2,325,666.128 |
| 150     | 522,231.003 | 2,325,665.992 |
| 151     | 522,230.988 | 2,325,665.850 |
| 152     | 522,230.995 | 2,325,665.709 |
| 153     | 522,231.027 | 2,325,665.570 |
| 154     | 522,231.080 | 2,325,665.438 |
| 155     | 522,231.155 | 2,325,665.317 |
| 156     | 522,231.248 | 2,325,665.210 |
| 157     | 522,231.358 | 2,325,665.120 |
| 158     | 522,231.481 | 2,325,665.049 |
| 159     | 522,231.614 | 2,325,664.999 |
| 160     | 522,231.753 | 2,325,664.972 |

**Tabla I.8.**Coordenadas de ubicaci3n del caj3n de estacionamiento

| Caj3n de estacionamiento |             |               |
|--------------------------|-------------|---------------|
| V3rtice                  | X           | Y             |
| 1                        | 522,175.014 | 2,325,627.568 |
| 2                        | 522,175.154 | 2,325,627.626 |
| 3                        | 522,177.512 | 2,325,628.834 |
| 4                        | 522,179.792 | 2,325,624.384 |
| 5                        | 522,177.299 | 2,325,623.107 |
| 6                        | 522,175.020 | 2,325,627.558 |

**Tabla I.9.**Coordenadas de ubicaci3n del Asoleadero.

| Asoleadero |             |               |
|------------|-------------|---------------|
| V3rtice    | X           | Y             |
| 1          | 522,376.361 | 2,325,677.367 |
| 2          | 522,365.962 | 2,325,672.041 |
| 3          | 522,369.237 | 2,325,665.646 |

| Asoleadero |             |               |
|------------|-------------|---------------|
| V3rtice    | X           | Y             |
| 4          | 522,193.791 | 2,325,575.788 |
| 5          | 522,182.852 | 2,325,597.144 |
| 6          | 522,200.365 | 2,325,606.106 |
| 7          | 522,200.364 | 2,325,606.109 |
| 8          | 522,200.586 | 2,325,606.223 |
| 9          | 522,204.900 | 2,325,608.434 |
| 10         | 522,208.225 | 2,325,601.944 |
| 11         | 522,239.466 | 2,325,617.944 |
| 12         | 522,234.818 | 2,325,627.018 |
| 13         | 522,237.489 | 2,325,628.386 |
| 14         | 522,238.991 | 2,325,625.453 |
| 15         | 522,276.078 | 2,325,644.450 |
| 16         | 522,276.195 | 2,325,644.223 |
| 17         | 522,276.262 | 2,325,644.257 |
| 18         | 522,276.820 | 2,325,643.166 |
| 19         | 522,278.155 | 2,325,643.850 |
| 20         | 522,277.517 | 2,325,645.096 |
| 21         | 522,276.338 | 2,325,644.492 |
| 22         | 522,276.302 | 2,325,644.562 |
| 23         | 522,277.822 | 2,325,645.341 |
| 24         | 522,278.826 | 2,325,643.380 |
| 25         | 522,283.677 | 2,325,645.864 |
| 26         | 522,283.791 | 2,325,645.642 |
| 27         | 522,285.571 | 2,325,646.553 |
| 28         | 522,284.365 | 2,325,648.688 |
| 29         | 522,286.120 | 2,325,649.587 |
| 30         | 522,285.710 | 2,325,650.388 |
| 31         | 522,288.380 | 2,325,651.756 |
| 32         | 522,288.789 | 2,325,650.958 |
| 33         | 522,312.992 | 2,325,663.352 |
| 34         | 522,323.281 | 2,325,668.622 |
| 35         | 522,329.001 | 2,325,657.451 |
| 36         | 522,329.713 | 2,325,657.816 |
| 37         | 522,329.669 | 2,325,657.906 |
| 38         | 522,331.446 | 2,325,658.818 |
| 39         | 522,332.433 | 2,325,656.891 |
| 40         | 522,363.628 | 2,325,672.868 |



## "Hotel Riviera Canc3n"

| Asoleadero |             |               |
|------------|-------------|---------------|
| V3rtice    | X           | Y             |
| 41         | 522,362.436 | 2,325,675.196 |
| 42         | 522,362.616 | 2,325,675.288 |
| 43         | 522,359.949 | 2,325,680.495 |
| 44         | 522,361.282 | 2,325,681.177 |
| 45         | 522,364.457 | 2,325,674.978 |
| 46         | 522,375.049 | 2,325,680.403 |
| 47         | 522,375.733 | 2,325,679.068 |
| 48         | 522,375.541 | 2,325,678.969 |
| 49         | 522,376.361 | 2,325,677.367 |
| 50         | 522,322.824 | 2,325,656.546 |
| 51         | 522,321.775 | 2,325,658.593 |
| 52         | 522,310.083 | 2,325,652.603 |
| 53         | 522,303.852 | 2,325,649.412 |
| 54         | 522,299.369 | 2,325,647.116 |
| 55         | 522,300.417 | 2,325,645.068 |
| 56         | 522,303.916 | 2,325,638.237 |
| 57         | 522,326.323 | 2,325,649.715 |
| 58         | 522,322.824 | 2,325,656.546 |
| 59         | 522,331.879 | 2,325,652.377 |
| 60         | 522,330.699 | 2,325,651.773 |
| 61         | 522,330.665 | 2,325,651.840 |
| 62         | 522,330.443 | 2,325,651.726 |
| 63         | 522,330.557 | 2,325,651.503 |
| 64         | 522,330.623 | 2,325,651.537 |
| 65         | 522,331.182 | 2,325,650.447 |
| 66         | 522,332.517 | 2,325,651.131 |
| 67         | 522,331.879 | 2,325,652.377 |
| 68         | 522,287.757 | 2,325,629.965 |
| 69         | 522,283.211 | 2,325,638.839 |
| 70         | 522,278.672 | 2,325,636.514 |
| 71         | 522,250.844 | 2,325,622.260 |
| 72         | 522,246.304 | 2,325,619.935 |
| 73         | 522,250.852 | 2,325,611.056 |
| 74         | 522,287.754 | 2,325,629.963 |
| 75         | 522,287.757 | 2,325,629.965 |
| 76         | 522,244.624 | 2,325,607.874 |
| 77         | 522,240.241 | 2,325,616.432 |

| Asoleadero |             |               |
|------------|-------------|---------------|
| V3rtice    | X           | Y             |
| 78         | 522,223.064 | 2,325,607.634 |
| 79         | 522,223.144 | 2,325,607.477 |
| 80         | 522,206.455 | 2,325,598.930 |
| 81         | 522,205.463 | 2,325,600.867 |
| 82         | 522,194.471 | 2,325,595.237 |
| 83         | 522,200.117 | 2,325,584.214 |
| 84         | 522,233.138 | 2,325,601.126 |
| 85         | 522,232.790 | 2,325,601.805 |
| 86         | 522,244.624 | 2,325,607.874 |



“Hotel Riviera Canc3n”

**Tabla I.10.**Coordenadas de ubicaci3n de las escaleras y rampa de madera

| Escaleras y rampa de madera en duna |             |               |
|-------------------------------------|-------------|---------------|
| Escaleras                           |             |               |
| V3rtice                             | X           | Y             |
| A1                                  | 522,296.877 | 2,325,628.586 |
| A2                                  | 522,299.547 | 2,325,629.953 |
| A3                                  | 522,304.105 | 2,325,621.053 |
| A4                                  | 522,301.435 | 2,325,619.685 |
| B1                                  | 522,247.079 | 2,325,603.081 |
| B2                                  | 522,249.749 | 2,325,604.448 |
| B3                                  | 522,254.307 | 2,325,595.548 |
| B4                                  | 522,251.637 | 2,325,594.180 |
| Rampa                               |             |               |
| V3rtice                             | X           | Y             |
| A1                                  | 522,334.682 | 2,325,647.948 |
| A2                                  | 522,336.150 | 2,325,648.700 |
| A3                                  | 522,339.536 | 2,325,642.091 |
| A4                                  | 522,358.850 | 2,325,651.983 |
| A5                                  | 522,359.761 | 2,325,650.203 |
| A6                                  | 522,357.981 | 2,325,649.291 |
| A7                                  | 522,357.845 | 2,325,649.558 |
| A8                                  | 522,351.570 | 2,325,646.344 |
| A9                                  | 522,351.707 | 2,325,646.077 |
| A10                                 | 522,351.439 | 2,325,645.941 |
| A11                                 | 522,351.303 | 2,325,646.208 |
| A12                                 | 522,346.074 | 2,325,643.529 |
| A13                                 | 522,346.210 | 2,325,643.262 |
| A14                                 | 522,345.943 | 2,325,643.126 |
| A15                                 | 522,345.807 | 2,325,643.393 |
| A16                                 | 522,340.578 | 2,325,640.714 |
| A17                                 | 522,340.714 | 2,325,640.447 |
| A18                                 | 522,340.447 | 2,325,640.311 |
| A19                                 | 522,340.311 | 2,325,640.578 |
| A20                                 | 522,339.109 | 2,325,639.962 |
| A21                                 | 522,339.246 | 2,325,639.695 |
| A22                                 | 522,338.979 | 2,325,639.559 |
| Rampa                               |             |               |

| V3rtice | X           | Y             |
|---------|-------------|---------------|
| B1      | 522,359.761 | 2,325,650.203 |
| B2      | 522,360.536 | 2,325,648.690 |
| B3      | 522,339.754 | 2,325,638.045 |
| B4      | 522,338.979 | 2,325,639.559 |
| B5      | 522,339.246 | 2,325,639.695 |
| B6      | 522,340.447 | 2,325,640.311 |
| B7      | 522,340.714 | 2,325,640.447 |
| B8      | 522,345.943 | 2,325,643.126 |
| B9      | 522,346.210 | 2,325,643.262 |
| B10     | 522,351.439 | 2,325,645.941 |
| B11     | 522,351.707 | 2,325,646.077 |
| B12     | 522,357.981 | 2,325,649.291 |

**Tabla I.11.**Coordenadas de ubicaci3n de los pozos de extracci3n y rechazo

| Pozos              | X            | Y              |
|--------------------|--------------|----------------|
| Pozo de extracci3n | 522,304.2907 | 2,325,729.3707 |
| Pozo de extracci3n | 522,354.7043 | 2,325,718.8980 |
| Pozo de rechazo    | 522,161.8856 | 2,325,624.8668 |

**Tabla I.12.**Coordenadas de ubicaci3n de los pozos del sistema pluvial

| Pozos sistema pluvial |             |               |
|-----------------------|-------------|---------------|
| Coordenadas           |             |               |
| N3m.                  | X           | Y             |
| 1                     | 522,161.725 | 2,325,625.180 |
| 2                     | 522,271.869 | 2,325,680.845 |
| 3                     | 522,303.107 | 2,325,722.706 |
| 4                     | 522,349.059 | 2,325,720.712 |
| 5                     | 522,365.495 | 2,325,689.383 |



### **1.1.3. Duración del proyecto**

El tiempo de vida útil estimado para el proyecto es de 50 años, tiempo dentro del cual se consideran 24 meses para la ejecución de sus etapas de preparación del sitio y construcción.

### **1.1.4. Presentación de la documentación legal**

En el Capítulo IX (Anexos del Capítulo I), se presenta la documentación legal aportada por la empresa promovente que ampara la posesión del terreno, la identificación del representante legal, y el poder notarial, entre otros

## **I.2. Datos generales del promovente**

### **I.2.1. Nombre o razón social**

MX RIUSA S.A de C.V

### **I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente**

### **I.2.3. Nombre y cargo del representante legal**



#### **I.2.4. Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones**

### **I.3. Responsable de la elaboración del documento técnico unificado**

#### **I.3.1. Nombre o razón social**

#### **I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes**

#### **I.3.3. Nombre del responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental**



#### **I.3.4. Dirección del responsable técnico del documento**

**I.3.5. Datos de inscripción en el registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo.**

#### **1.3.6 Nombre**

#### **1.3.7. Cédula Profesional**

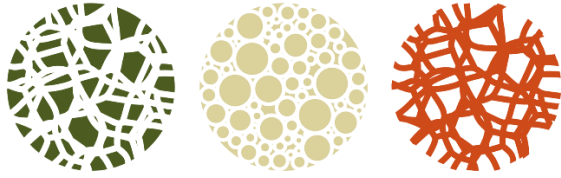
#### **1.3.8 Registro Nacional Forestal**



**“Hotel Riviera Cancún”**

---





---

qvgesti3nambiental

# CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO





---

## Contenido

|   |    |
|---|----|
| II. DESCRIPCI3N DEL PROYECTO.....   | 4  |
| II.1 Informaci3n general del proyecto .....   | 4  |
| II.1.1 Naturaleza del proyecto .....  | 5  |
| II.1.2 Objetivo del proyecto .....  | 5  |
| II.1.3 Ubicaci3n f3sica .....   | 5  |
| II.1.4 Inversi3n requerida .....  | 7  |
| II.2. Caracter3sticas particulares del proyecto .....   | 8  |
| II.2.1. Dimensiones del proyecto .....  | 14 |
| II.2.2 Programa de Trabajo .....  | 19 |
| II.2.3 Representaci3n gr3fica regional.....   | 20 |
| II.2.4. Representaci3n gr3fica local .....  | 22 |
| II.2.5 Preparaci3n del sitio .....  | 24 |
| II.2.5.1. Desmontes.....  | 25 |
| II.2.5.2. Despalse .....  | 26 |
| II.2.5.3. Excavaciones, compactaciones, nivelaciones cortes y relleno.....  | 27 |
| II.2.5.4. Descripci3n de obras y actividades provisionales y asociadas.....   | 27 |
| II.2.5.5. Construcci3n .....  | 31 |
| II.2.6. Estimaci3n del volumen por especie de materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo ..... | 37 |
| II.2.6.1. Esquema de muestreo.....  | 37 |
| II.2.6.2. Procesamiento de datos.....   | 44 |
| II.2.6.3. Resultados obtenidos .....  | 48 |

---

|  |    |
|--|----|
| II.2.6.4 Volumen total por especies por tipo de vegetaci3n .....   | 49 |
| II.2.6.5 Volumen total por especie comercializable .....   | 52 |
| II.2.6.6 Estimaci3n del n3mero de individuos de las especies arb3reas, arbustivas y herb3ceas por afectar.....     | 54 |
| II.2.7. Estimaci3n econ3mica de los recursos biol3gicos forestales del 3rea sujeta al cambio de uso del suelo..... | 57 |
| II.2.7.1. Valor econ3mico maderable .....  | 59 |
| II.2.7.2 Valor de los productos forestales no maderables.....  | 61 |
| II.2.7.3 Valor econ3mico de la fauna .....   | 63 |
| II.2.7.4. Valor de la captura de carbono .....   | 65 |
| II.2.7.5 Estimaci3n econ3mica de los recursos hidrol3gicos .....   | 67 |
| II.2.8. Operaci3n y mantenimiento .....  | 68 |
| II.2.9. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.....  | 70 |
| II.2.10. Residuos.....   | 70 |
| II.2.11. Emisiones y descargas .....   | 72 |
| II.2.11.1. Emisiones a la atm3sfera y ruido .....  | 72 |

## **II. DESCRIPCI3N DEL PROYECTO**

### **II.1 Informaci3n general del proyecto**

Las obras y actividades que se ponen a consideraci3n de la Secretar3a de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), a trav3s del presente Documento T3cnico Unificado, est3n relacionadas con un proyecto tur3stico, el cual pretende la conformaci3n de un desarrollo hotelero de 5 estrellas.

En lo espec3fico, el proyecto consistir3 en la construcci3n y operaci3n de un hotel de un solo cuerpo en forma de "L" alargada de 16 niveles con 530 cuartos hoteleros, incluyendo adem3s un miniclub, dos bares acu3ticos, 2 vestidores, toallero con caseta de animaci3n, y 3reas abiertas dentro de las cuales se consideran 3reas jardinadas, 4 albercas, asoleadero, plaza, escaleras, y rampa de madera. Tambi3n contar3 con accesos y caminos internos que permitir3n la comunicaci3n entre las diversas instalaciones que considera el proyecto dentro del predio, mismo que cuenta con una superficie total de 20,929.45 m<sup>2</sup> de los cuales, 1,275.23 m<sup>2</sup> corresponden a Zona Federal Mar3timo Terrestre.

A trav3s de los siguientes apartados que conforman el presente cap3tulo, se describir3n a detalle las obras y actividades del proyecto.

### **II.1.1 Naturaleza del proyecto**

El municipio de Benito Ju3rez, es la regi3n del estado de Quintana Roo que cuenta con el 90% de la infraestructura turística, y tiene reconocimiento como destino turístico internacional. Derivado de lo anterior, y con la finalidad de brindar una atenci3n superior, y de calidad, al turismo nacional e internacional, se propone llevar a cabo un desarrollo hotelero de 5 estrellas.

### **II.1.2 Objetivo del proyecto**

El objetivo principal del proyecto es aprovechar el potencial turístico de la zona y desarrollar un hotel y servicios turísticos para el turismo nacional e internacional, lo que conllevará a generar una mayor derrama econ3mica tanto a nivel local c3mo regional en el Municipio de Benito Ju3rez.

### **II.1.3 Ubicaci3n fística**

El proyecto se localizará en el lote 72-03, Manzana 55 del Boulevard Kukulc3n en la Zona Hotelera en la ciudad de Canc3n, Municipio de Benito Ju3rez, Quintana Roo, como se muestra en las siguientes figuras.

Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B-Regional del proyecto  
"Hotel Riviera Canc3n"

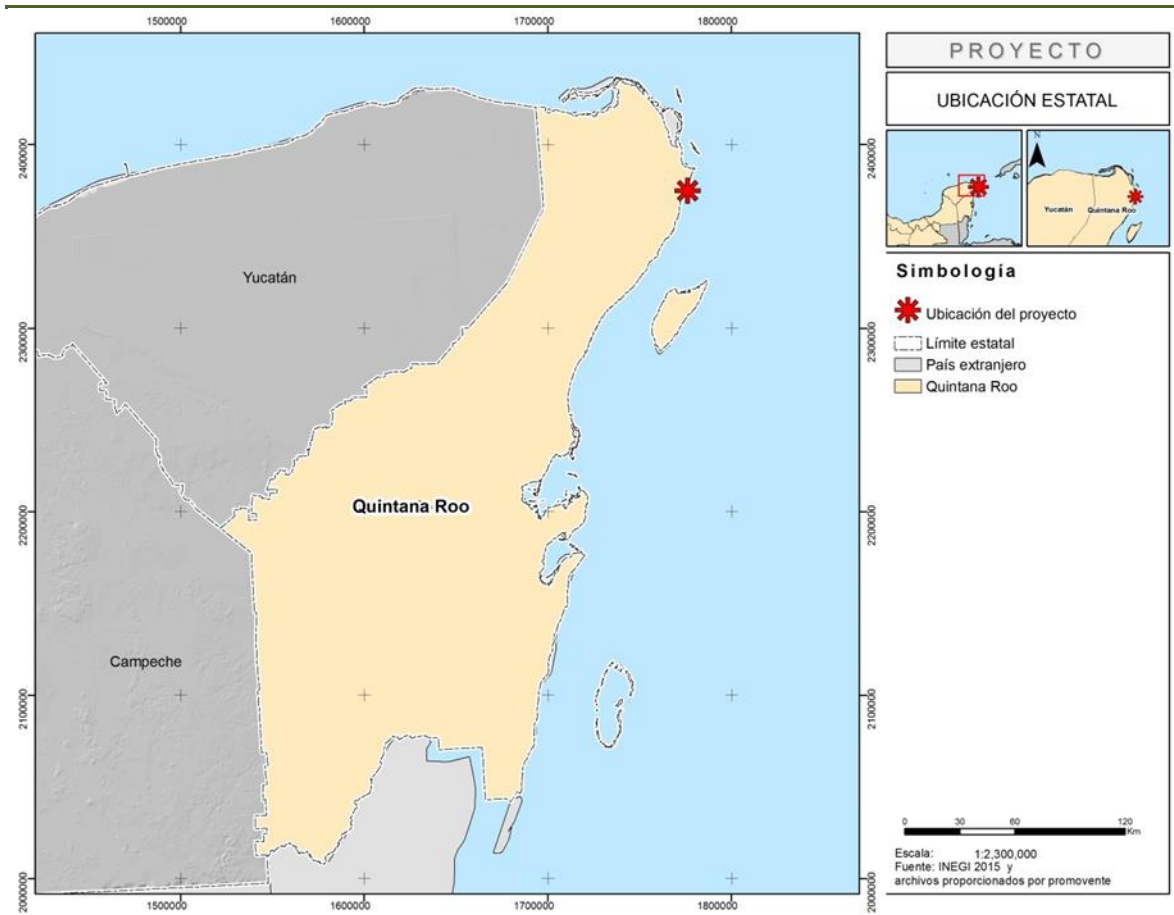


Figura II. 1. Ubicaci3n del proyecto dentro del Estado de Quintana Roo.

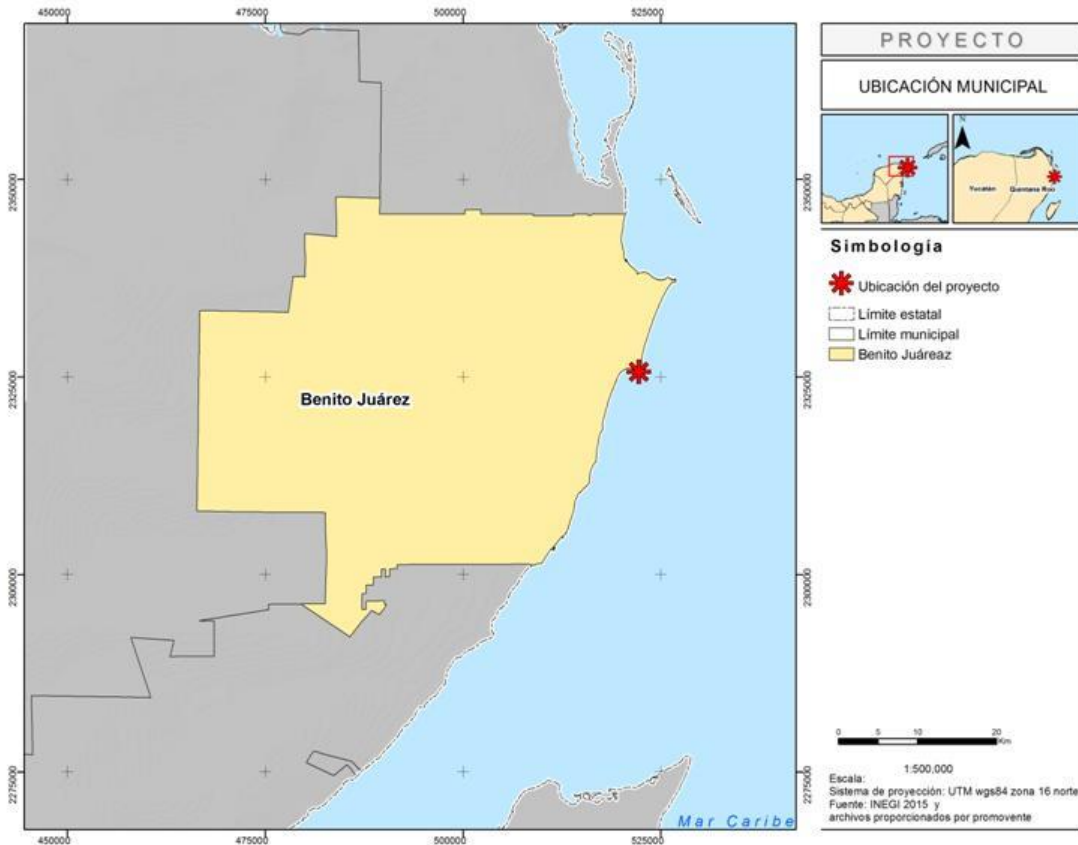


Figura II.2. Ubicaci3n del proyecto dentro del municipio de Benito Ju3rez.

Las coordenadas, en UTM, de todas las obras del proyecto se incluyen en los cap3tulos I y IX de este Documento T3cnico Unificado.

### II.1.4 Inversi3n requerida

La inversi3n estimada para el desarrollo y ejecuci3n del proyecto es de aproximadamente \$95, 642,979.57 USD (incluye costos de actividades de restauraci3n y costos de los recursos biol3gicos forestales), considerando una tasa de cambio al 30 de julio de 16.2345.

## **II.2. Características particulares del proyecto**

Dentro de polgono del proyecto se desarrollarn las obras que a continuaci3n se describen.

### **1. Edificio principal (5,987.68 m<sup>2</sup>)**

Contar3 con 16 niveles y 2 plantas s3tano. A continuaci3n se indican las 3reas que se consideraran para cada nivel o piso.

#### **Planta s3tano1**

En esta planta se encuentra parte del estacionamiento con una capacidad de 132 cajones (de los cuales 17 son para personas con discapacidad), una rampa para s3tano 2, y zona de servicios que consta de sala de bombas piscinas, aljibe, sala de m3quinas, planta desalinizadora con proceso de osmosis inversa (cuyo sistema operativo y constructivo se describir3 en los apartados correspondientes), comedor empleados, vestidores empleados, muelle de descarga, almac3n de basura, cuartos residuos t3xicos, lencer3a, tres montacargas servicio, almac3n de ropa sucia, almac3n de productos qu3micos cocina, escaleras de servicio, discoteca con escaleras de acceso desde planta baja, oficina, 2 tiendas, Spa con fitness, vestuarios, 3rea jacuzzi, 4 cabinas de masaje, est3tica con cuarto damas de honor, y local de actividades acu3ticas.



## **Planta sótano 2**

En esta planta se encuentra el resto del estacionamiento con capacidad de 282 cajones, una rampa para sótano 1, y dos escaleras.

## **Planta baja**

En esta planta se ubicara el lobby, lobby bar / zona de juegos, oficinas y mostrador (recepción), oficinas directores, archivo, maletero, baños clientes, 1 restaurante principal, un restaurante chiringuito con un anexo climatizado, 2 restaurantes temáticos, zona de buffets para restaurantes principal y chiringuito, cocina, bar salón con su oficina camerino, almacén vestuarios y almacén decorados, plaza descubierta, baños clientes frente a escalera discoteca, 6 elevadores para clientes, 3 montacargas de servicio, 5 escaleras de evacuación, escaleras a sótano 1, servicio y escaleras a sótano 1 clientes (opcional).

En esta planta se ubicará un mezanine con cuarto eléctrico, cuarto grupo emergencia, sala de telecomunicaciones, dos vestidores pasantes, 2 cuartos para equipos de aire acondicionado, 6 escaleras de emergencia, 6 elevadores y 2 montacargas de servicio.

## **Niveles restantes (16)**

En los 16 niveles restantes se distribuirán los 530 cuartos considerados, así como montacargas de servicio, escaleras de evacuación, oficinas, y elevadores.

## **2. Edificios complementarios (266.28 m<sup>2</sup>)**

En esta infraestructura se consideran aquellas obras que ofrecer3n alg3n tipo de servicios asociados al hotel.

### **Miniclub (28.11 m<sup>2</sup>)**

Consistirá de un 3rea de convivencia, una bodega en su interior para almacenar material de entretenimiento y un medio ba3o.

### **Bar piscina 1 (190.89 m<sup>2</sup>)**

Consistirá de dos barras de servicio de bebidas, una integrada a la piscina, y una barra superior destinada a dar servicio a los usuarios de las 3reas de asoleadero, playa y zona cubierta de mesas. En medio de ambas barras estar3 una oficina que incluir3 muebles y accesorios para preparaci3n de bebidas y lavado de cristalería. Dentro de la oficina habr3 un peque3o cuarto en donde se instalar3n las tanquetas de suministro de refrescos y cerveza a las barras de despacho.

### **Bar piscina 2 (23.8m<sup>2</sup>)**

Consistirá de una barra de servicio de bebidas integrada a otra de las piscinas, solo que 3sta no incluir3 ninguna oficina.

### **Dos 3reas de vestidores 4.26 m<sup>2</sup> (2x 2.13)**

Ser3n dos peque3as unidades para el cambio de ropa de los usuarios dispuestas en diferentes lugares dentro del 3rea de asoleadero.

### **Toallero con caseta de animaci3n (19.22 m<sup>2</sup>)**

Ser3 el 3rea para la recepci3n de toallas y alojamiento de dos carritos de servicio para llevar y traer toallas usadas, y limpias, para los clientes. Al otro extremo estar3 la caseta de

animación para almacenar y organizar materiales y juegos para el equipo de entretenimiento.

### **Áreas abiertas (13,400.26 m<sup>2</sup>)**

Las áreas abiertas corresponderán a la infraestructura no techada que permitirá ofrecer algún tipo de apoyo para el hotel.

### **Áreas jardinadas (6,650.14 m<sup>2</sup>)**

Se diseñarán áreas jardinadas en las cuales se trasplantarán las especies que sean rescatadas de las diferentes áreas de desarrollo del proyecto, o donde se sembrarán las plantas obtenidas de algún vivero autorizado. Inicialmente, una parte del agua obtenida de la planta de ósmosis inversa proveerá el recurso para el riego de éstas áreas.

### **Asoleadero (2,691.81 m<sup>2</sup>)**

Área destinada del hotel para la colocación de camastros y sombrillas.

### **Cuatro Albercas (1,149.84 m<sup>2</sup>)**

Entre el edificio principal y la playa se conformará un conjunto de 3 albercas, y lateral al edificio principal se instalará una cuarta alberca para niños.

### **Plaza (305.32 m<sup>2</sup>)**

Corresponderá a un área de mesas para la convivencia y entretenimiento nocturno que, en combinación con el bar salón, incrementa la capacidad de usuarios.

### **Escaleras y rampa de madera (152.6 m<sup>2</sup>)**

Permitirán el acceso a la parte de afloramiento rocoso, de manera de salvar las diferencias de nivel o altura.

### **Banquetas (111.4 m<sup>2</sup>)**

Permitir3n el desplazamiento de las personas. Se ubicar3n en la parte del acceso al hotel.

### **Calles (2,325.15 m<sup>2</sup>)**

Permitir3n el acceso al hotel y a las diversas instalaciones dentro del predio.

### **Caj3n de estacionamiento (14 m<sup>2</sup>)**

Para fines pr3cticos se considera un caj3n de estacionamiento adicional a los de las plantas s3tano 1 y 2. Se ubicar3 cerca de la alberca para ni3os.

### **Pozo de extracci3n y rechazo de agua salobre**

Para la operaci3n de la planta desalinizadora se consideran dos pozos de extracci3n y uno de rechazo de agua salobre.

### **Pozo de inyecci3n de agua pluvial**

Se contara con estructuras de captaci3n para el manejo, control y conducci3n de las aguas pluviales al interior del proyecto. El agua pluvial captada se conducir3 a trav3s de conductos hasta los 5 pozos de inyecci3n, cuyo sistema constructivo se describir3 m3s adelante.

En las siguientes figuras se muestra la distribuci3n de las obras del proyecto, incluyendo los pozos, adjunt3ndose, en el cap3tulo IX , los planos en archivo AUTOCAD de todas las obras anteriormente descritas, as3 como los dise3os y alzados de las mismas.

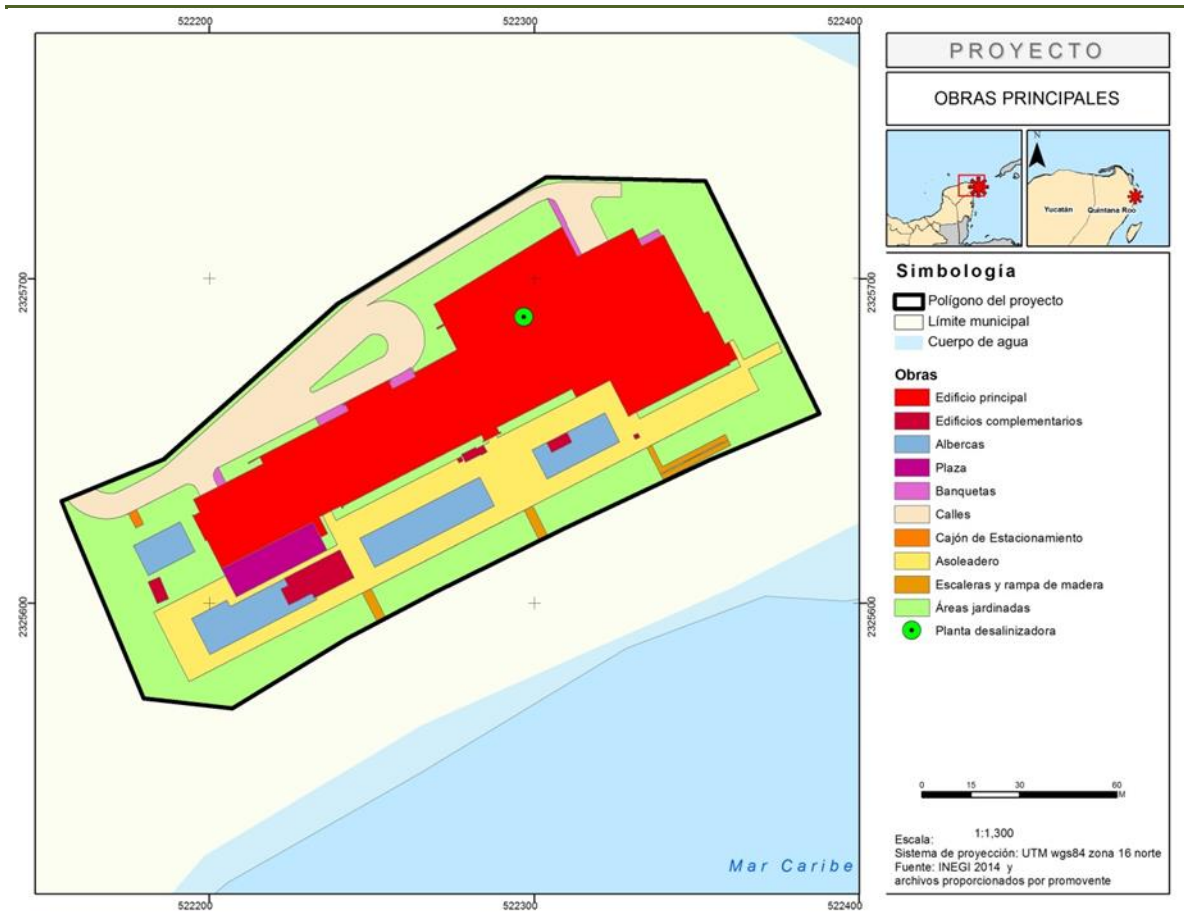
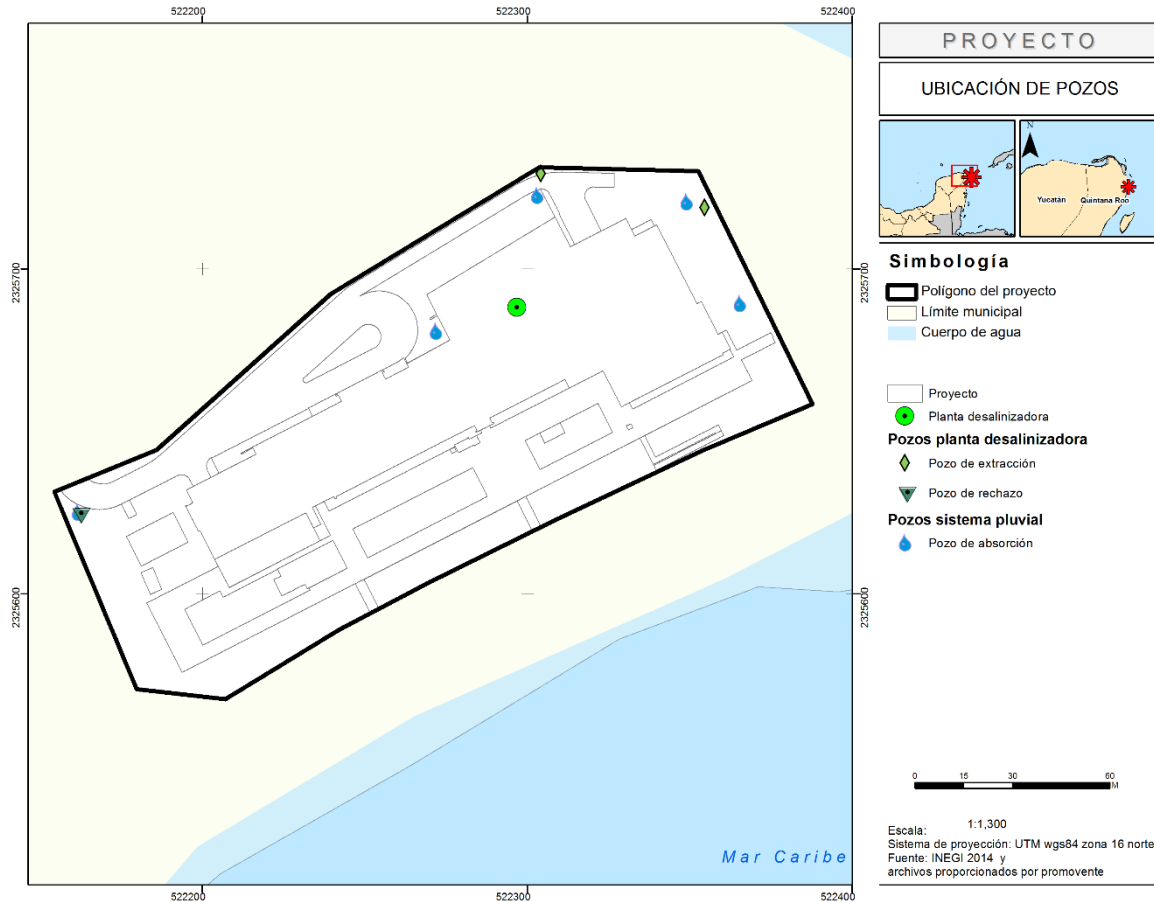


Figura II.3. Distribuci3n de las obras del proyecto.

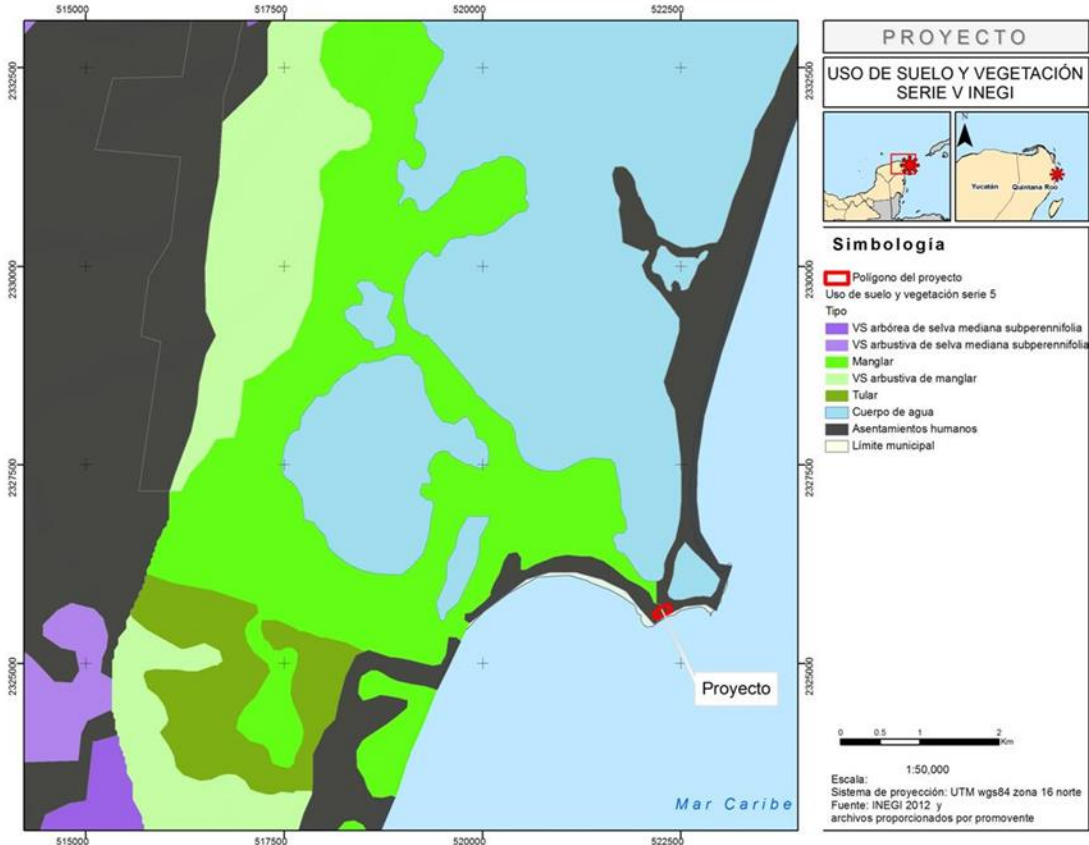


**Figura II.4.** Ubicaci3n de los diferentes pozos.

### II.2.1. Dimensiones del proyecto

El predio dentro del cual se ubicar3 el proyecto cuenta con una superficie total de 20,929.45 m<sup>2</sup>, de la cual, para su desarrollo, s3lo se ocupar3n 19,654.22 m<sup>2</sup>, correspondiendo los 1,275.23 m<sup>2</sup> restantes a ZOFEMAT, en la cual no se desplantar3 ning3n tipo de obras. De los 19,654.22 m<sup>2</sup> requeridos para el proyecto, se solicita autorizaci3n para el cambio de uso de suelo en 15,683.64 m<sup>2</sup>.

Conforme a la carta de *Uso de suelo y vegetaci3n del INEGI 2012*, para el caso espec3fico de las superficies sujetas a afectaci3n se reporta s3lo el uso correspondiente a asentamientos humanos. En la siguiente figura se muestran los usos de suelo y vegetaci3n conforme a dicha carta.



**Figura II.5.** Usos de suelo presentes en el pol3gono del proyecto (INEGI 2012)

No obstante a lo anterior, es importante mencionar que de acuerdo a la composici3n de las especies vegetales registradas en el levantamiento de los datos de campo (descritos en el apartado de medio bi3tico del Cap3tulo IV), se pudo identificar que las superficies del proyecto se encuentran cubiertas fundamentalmente por Vegetaci3n Secundaria Arb3rea de Selva Mediana Subperennifolia, as3 como con vegetaci3n de matorral costero, adem3s de que hay 3reas sin vegetaci3n aparente, como se muestra en la siguiente figura.



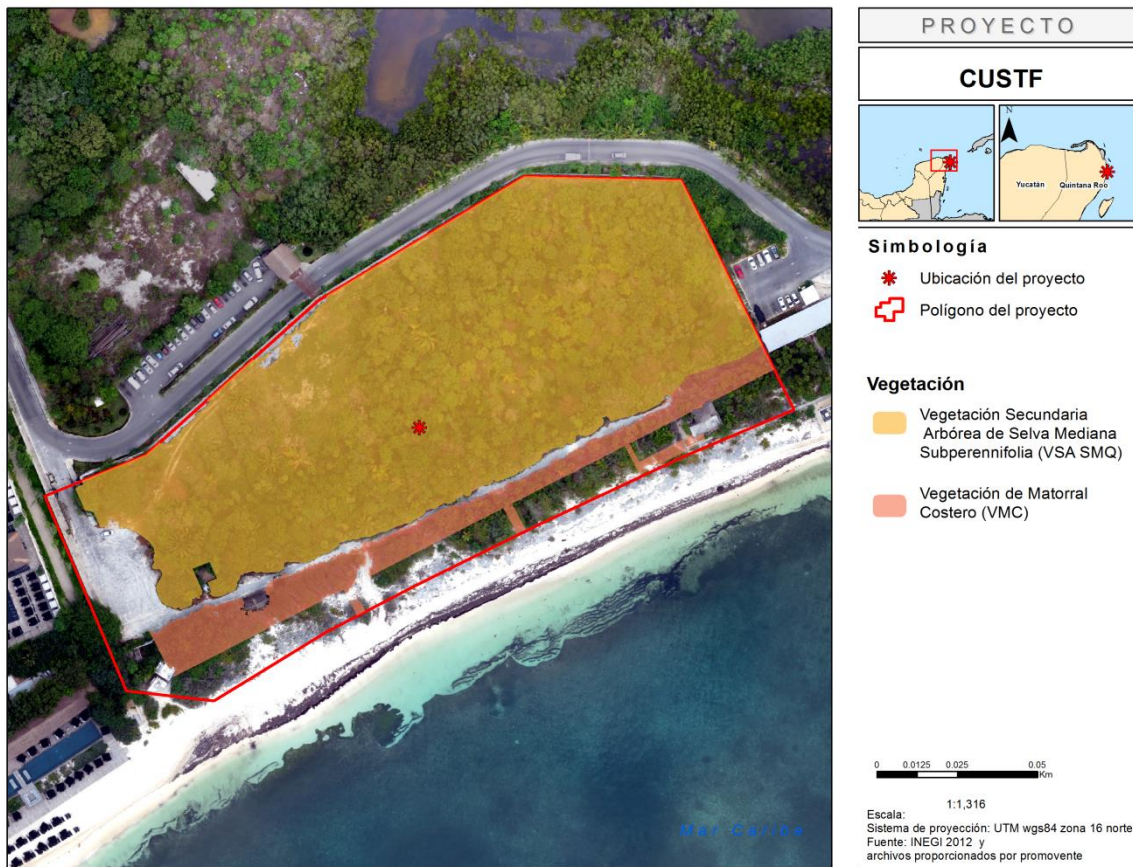
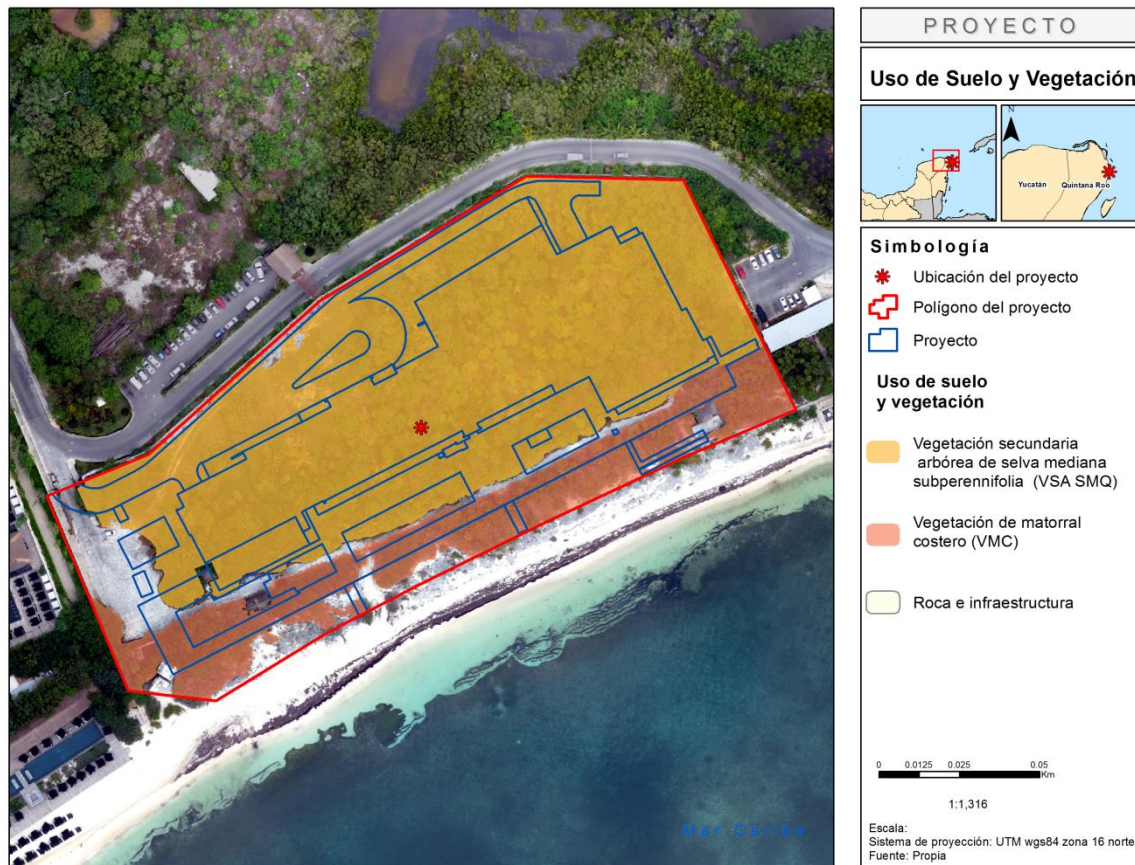


Figura II.6. Usos de suelo presentes en el 3rea del proyecto conforme a los levantamientos de campo.





**Figura II.7.** Superficie del pol3gono sujeto a cambio de uso de suelo.

Cabe se~alar que se observ3 que el sitio propuesto para el proyecto no se ubica en ecosistemas 3nicos que limiten la ejecuci3n de las obras, toda vez que las 3reas propuestas muestran afectaciones previas por el desarrollo de diferentes actividades.

De acuerdo a lo anterior, a continuaci3n se presentan las superficies por tipo de vegetaci3n que ser3n afectadas por el desarrollo del proyecto.

**Tabla II.1.** Superficie del proyecto y superficie de afectaci3n.

| Superficie de ocupaci3n/m <sup>2</sup> | Superficie con cobertura vegetal (m <sup>2</sup> ) | Tipo de vegetaci3n   | Superficie para el CUSTF (m <sup>2</sup> ) |
|--|--|--|--|
| 19,654.22                              | 13,733.00  | Vegetaci3n secundaria arb3rea de selva mediana subperennifolia (VSQ/SMQ) | 13,733.00                                  |
|  | 3,816.92   | Vegetaci3n de matorral costero   | 1,950.64                                   |
|  | 336.85   | Sin vegetaci3n   | N/A  |
|  | 1,767.45   | Roca e infraestructura   | N/A  |
| <b>Total</b>                           | <b>19,654.22</b>                                   |  | <b>15,683.64</b>                           |

Las superficies de cada una de las obras consideradas en el proyecto se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla II. 2.** Superficies de afectaci3n de las obras consideradas por el proyecto.

| Concepto                    | Superficie de afectaci3n (m <sup>2</sup> ) |
|-----------------------------|--|
| Edificio principal*         | <b>5,987.68</b>                            |
| <b>Otras construcciones</b> |  |
| Miniclub                    | 28.11                                      |
| Bar piscina 1               | 190.89                                     |
| Bar piscina 2               | 23.8                                       |
| 3rea de vestidores          | 4.26                                       |
| Toallero                    | 19.22                                      |
| <b>Subtotal</b>             | <b>266.28</b>                              |
| <b>3reas abiertas</b>       |  |
| 3reas jardinadas            | 6,650.14                                   |
| 4 albercas                  | 1,149.84                                   |
| Asoleadero                  | 2,691.81                                   |
| Plaza                       | 305.32                                     |
| Escaleras y rampa de madera | 152.6                                      |
| Banquetas                   | 111.4                                      |
| Calles                      | 2325.15                                    |
| 1 Caj3n de estacionamiento  | 14   |
| <b>Subtotal</b>             | <b>13,400.26</b>                           |
| <b>TOTAL</b>                | <b>19,654.22</b>                           |

\* En la tabla II.3 se presenta el desglose de superficies por nivel de edificio principal

**Tabla II. 3.** Superficies por nivel del edificio principal

| <b>Nivel</b>          | <b>Superficie/m<sup>2</sup></b> |
|-----------------------|---------------------------------|
| Planta Baja           | 5,987.68                        |
| Mezannine Planta Baja | 1255.98                         |
| Primer Nivel          | 3177.27                         |
| Segundo Nivel         | 3177.27                         |
| Tercer Nivel          | 3177.27                         |
| Cuarto Nivel          | 3177.27                         |
| Quinto Nivel          | 3177.27                         |
| Sexto Nivel           | 3177.27                         |
| S3ptimo Nivel         | 2178.44                         |
| Octavo nivel          | 2178.44                         |
| Noveno Nivel          | 2178.44                         |
| Decimo Nivel          | 2178.44                         |
| D3cimo Primer Nivel   | 2178.44                         |
| D3cimo Segundo Nivel  | 2178.44                         |
| D3cimo Tercer Nivel   | 2178.44                         |
| D3cimo Cuarto Nivel   | 2178.44                         |
| D3cimo Quinto Nivel   | 2178.44                         |
| Entreplanta Azoteas   | 132.72                          |
| <b>TOTAL</b>          | <b>46,045.96</b>                |

## II.2.2 Programa de Trabajo

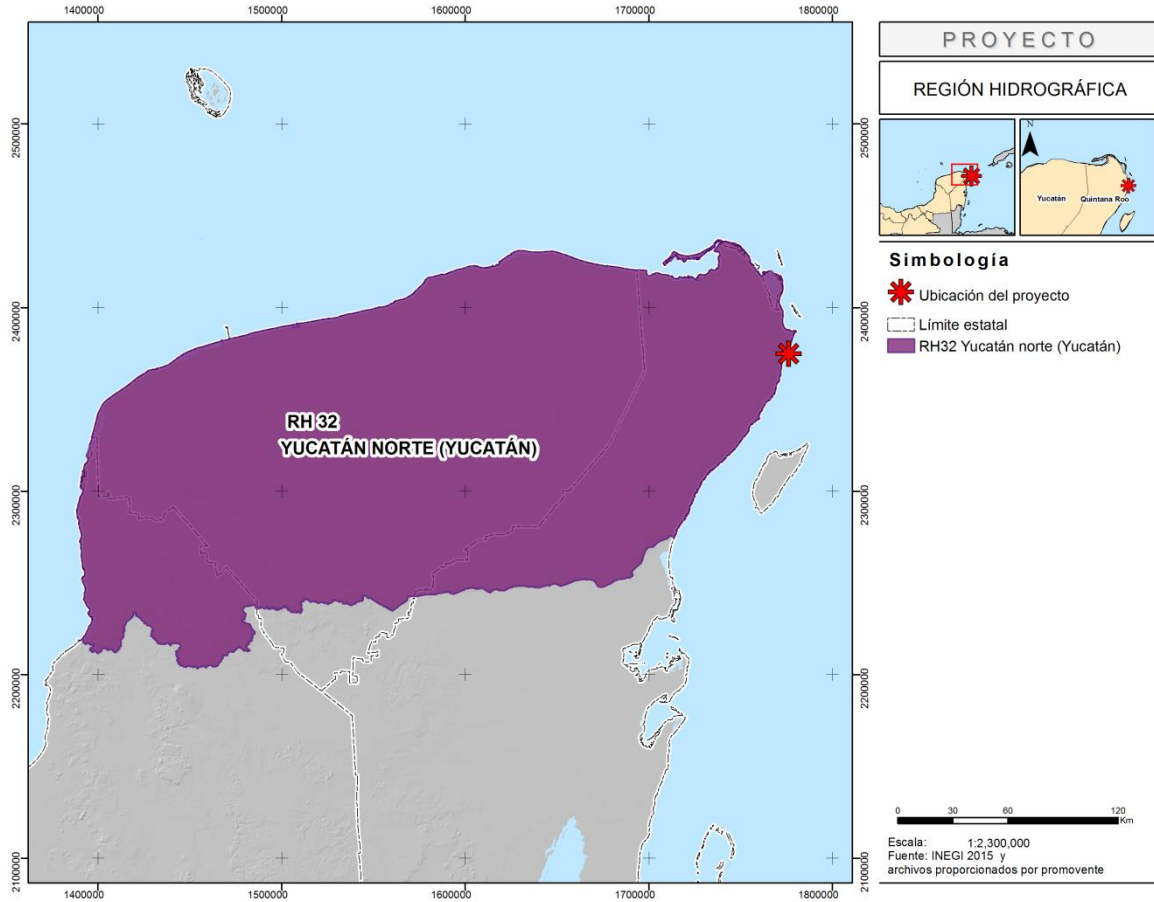
El programa de trabajo del proyecto se presenta en la siguiente tabla, donde se muestra que la vida 3til estimada es de 50 a3os, de los cuales los primeros 2 a3os se est3n considerando para las etapas de preparaci3n del sitio y construcci3n, y los restantes 48 a3os para la etapa de operaci3n y mantenimiento.

**Tabla II.4** Programa de trabajo

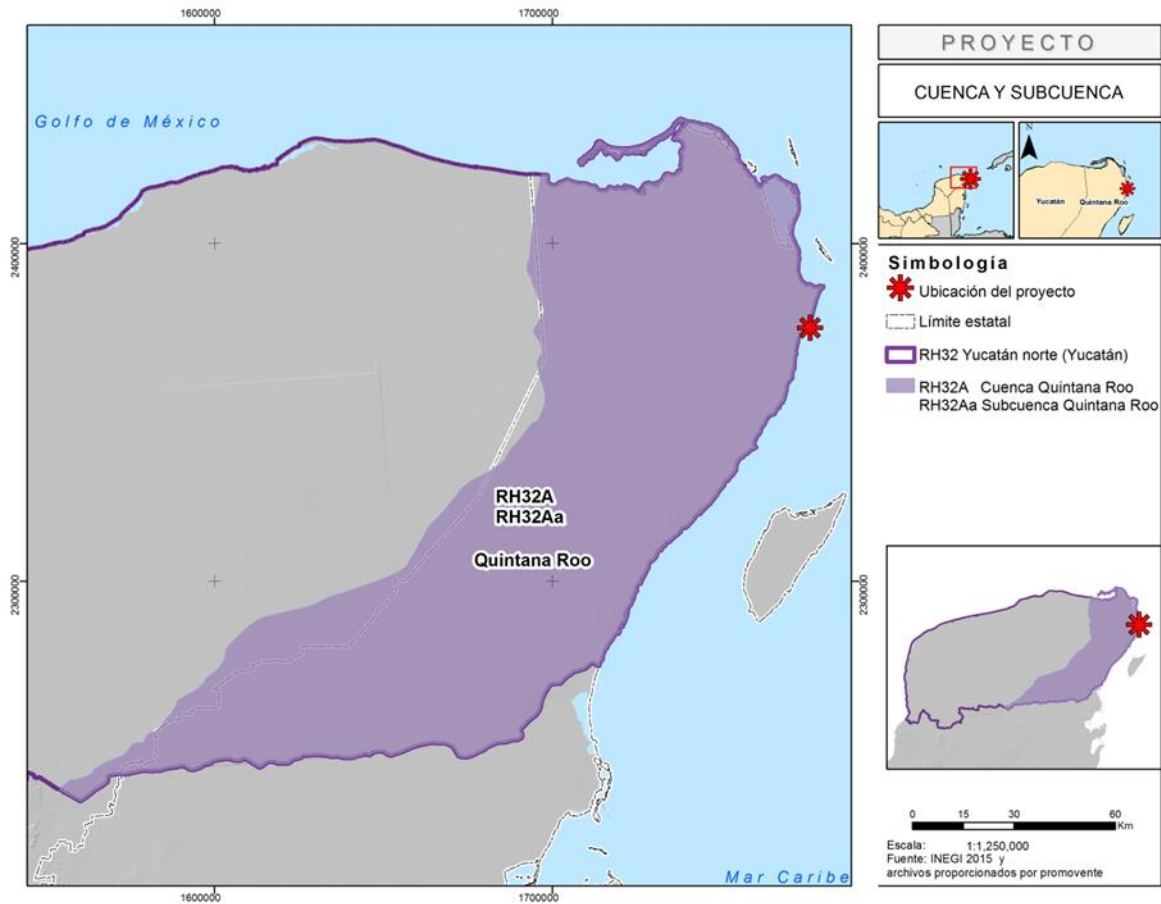
| Actividad                                    | Meses |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Años |     |    |  |
|--|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|-----|----|--|
|  | 1     | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 3    | ... | 50 |  |
| Tr3mites                                     |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |     |    |  |
| Gastos Administrativos                       |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |     |    |  |
| Deslinde y medici3n de 3reras                |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |     |    |  |
| Ejecuci3n de rescate de fauna silvestre      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |     |    |  |
| Ejecuci3n de rescate de flora silvestre      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |     |    |  |
| Desmante                                     |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |     |    |  |
| Despalme                                     |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |     |    |  |
| Cimentaci3n                                  |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |     |    |  |
| Aplanados                                    |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |     |    |  |
| Materiales estructura                        |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |     |    |  |
| Materiales alberca                           |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |     |    |  |
| Estructura                                   |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |     |    |  |
| Bardas de colindancia y 3reas exteriores     |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |     |    |  |
| Tablaroca                                    |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |     |    |  |
| Herrer3a                                     |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |     |    |  |
| Pintura                                      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |     |    |  |
| Impermeabilizaci3n                           |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |     |    |  |
| Materiales pisos                             |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |     |    |  |
| Materiales colocaci3n pisos                  |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |     |    |  |
| Suministro y colocaci3n de pisos y lambrines |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |     |    |  |
| Suministro y colocaci3n cubiertas d emarm3l  |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |     |    |  |
| Suministro y colocaci3n de cocina            |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |     |    |  |
| Canceler3a y barandales                      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |     |    |  |
| Carpinter3a                                  |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |     |    |  |
| Instalaci3n el3ctrica                        |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |     |    |  |
| L3mparas                                     |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |     |    |  |
| Instalaci3n Hidr3ulica                       |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |     |    |  |
| Instalaci3n sanitaria                        |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |     |    |  |
| Planta desalinizadora                        |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |     |    |  |
| Suministro aire acondicionado                |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |     |    |  |
| Instalaci3n de aire acondicionado            |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |     |    |  |
| Instalaci3n de gas                           |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |     |    |  |
| Instalaci3n de voz y datos                   |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |     |    |  |
| Jardiner3a                                   |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |     |    |  |
| limpieza final de la obra                    |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |     |    |  |
| Operaci3n y mantenimiento                    |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |     |    |  |

### II.2.3 Representaci3n gr3fica regional

En la siguiente figura se muestra la representaci3n gr3fica regional, considerando la Regi3n Hidrol3gica, la Cuenca, Subcuenca y Microcuenca hidrogr3fica donde se ubica el proyecto.



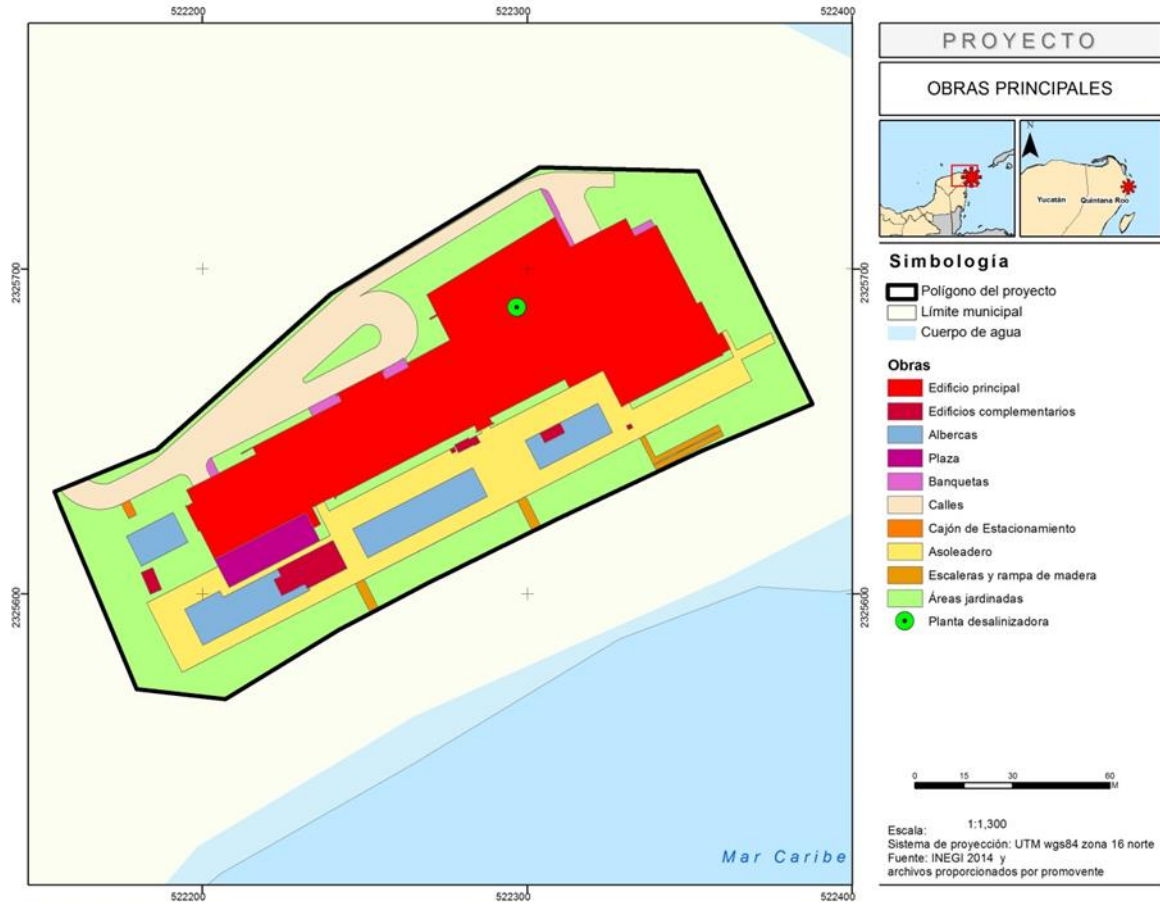
**Figura II.8.** Delimitaci3n de la Regi3n Hidrol3gica donde se pretende desarrollar el proyecto.



**Figura II.9.** Delimitaci3n de la cuenca y subcuenca donde se pretende desarrollar el proyecto.

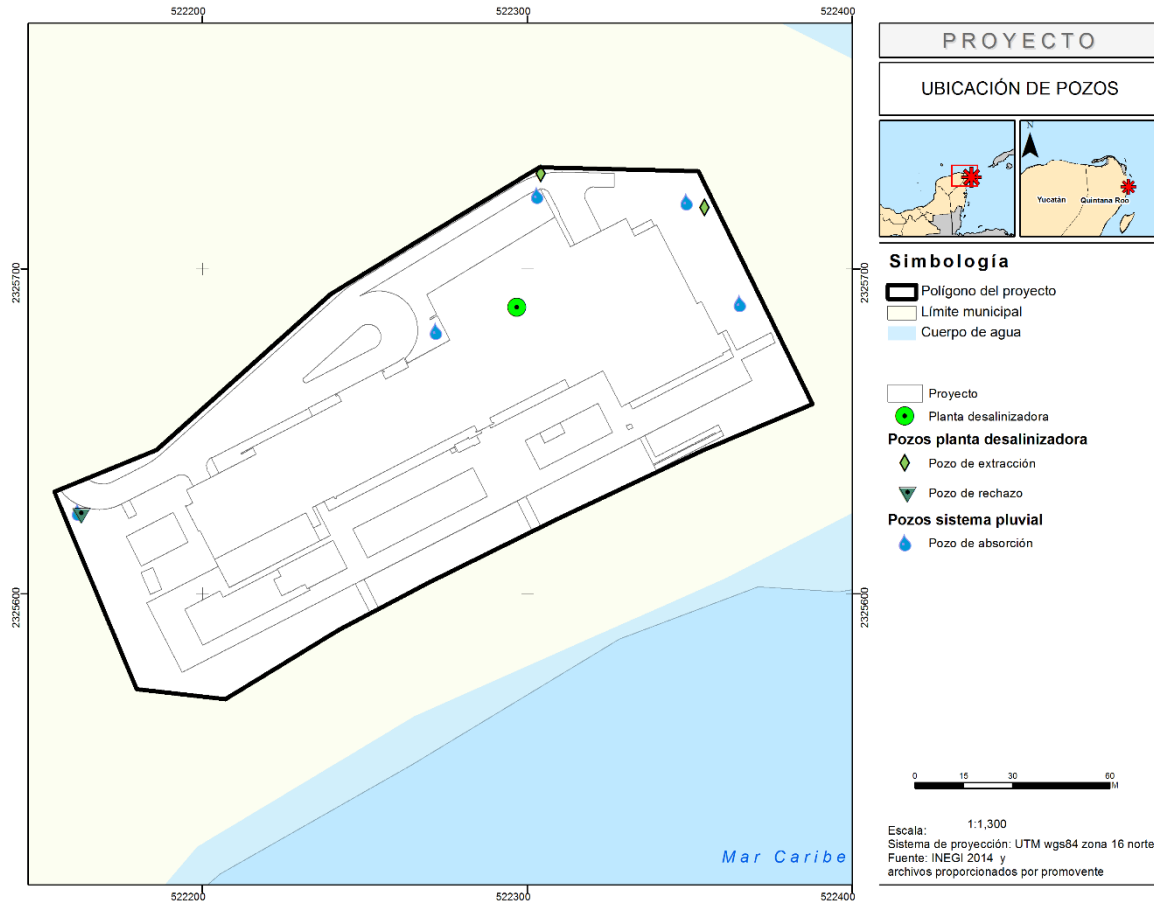
## II.2.4. Representaci3n gr3fica local

En la siguiente figura se muestra gr3ficamente el conjunto de obras del proyecto dentro del pol3gono.



**Figura II.10.** Representaci3n gr3fica de la distribuci3n de las obras del proyecto.





**Figura II.11.** Ubicaci3n de la distribuci3n de los pozos.

## II.2.5 Preparaci3n del sitio

Previo a la etapa de preparaci3n del sitio, ser3n realizados recorridos sistem3ticos lineales a trav3s de los cuales se delimitar3n topogr3ficamente las 3reas a ser desmotadas, colocando banderines o cintillas fluorescentes en todas aquellas 3reas donde se desarrollar3n las obras del proyecto, lo que permitir3 su f3cil ubicaci3n evitando adem3s afectar 3reas fuera de pol3gono de desarrollo del proyecto.



Asimismo, se llevarán a cabo tanto actividades de ahuyentamiento y/o rescate de especies de fauna silvestre, en especial las de lento desplazamiento, como la identificación de especies de flora susceptibles a ser rescatadas, las cuales serán marcadas a fin de ser identificadas con mayor facilidad durante los trabajos de rescate y reubicación. Los trabajos de rescate de flora y fauna silvestre serán registrados en bitácoras de actividades con la finalidad de contar con evidencia de los trabajos realizados.

En esta etapa también se colocarán, en puntos estratégicos, señalización en materia ambiental alusiva a la prevención de incendios forestales, a la restricción de la caza de fauna silvestre, a la no afectación de la flora del lugar, al manejo correcto de los residuos, y a la prevención de la contaminación de los suelos originada por residuos sólidos o líquidos o hidrocarburos.

Previo a iniciar los trabajos, se impartirá un curso de inducción a todo el personal de las empresas contratistas, en el cual se abordarán los temas ambientales (prevención de incendios, orden y limpieza de áreas de trabajo, manejo adecuado de residuos, protección de la flora y fauna silvestre), y de seguridad.

#### **II.2.5.1. Desmontes**

Previo a las actividades de desmonte, se llevará a cabo por el responsable técnico, el supervisor ambiental o el personal técnico asignado, el rescate y reubicación de los individuos de flora previamente marcados. En conjunto se continuarán con las actividades de ahuyentamiento y/o rescate de fauna, con énfasis en los individuos de especies de lento desplazamiento.

El desmonte comprender3 la ejecuci3n de las actividades que a continuaci3n se enlistan, las cuales se efectuar3n conforme se vaya programando la construcci3n de las obras:

1. **Tala:** consiste en cortar los 3rboles y arbustos.
2. **Roza:** consiste en quitar la maleza, hierbas, zacate o residuos de las siembras.
3. **Desenraice:** consiste en sacar los troncos o tocones con ra3ces o cortando 3stas, hasta una profundidad de sesenta cent3metros.
4. **Limpia y retiro:** consiste en retirar el producto del desmonte y estibarlos en las superficies que ser3n destinadas para la conformaci3n de 3reas jardinadas; lo que no sea utilizable, deber3 ser picado o triturado para su posterior uso en composta o mejora de suelo.

Las actividades de tala y roza se llevar3n a cabo utilizando motosierras, as3 como el uso de machetes.

#### II.2.5.2. Despalme

El despalme, necesario en el pol3gono que integra la huella del proyecto, ser3 de 20 cm en promedio. Para el almacenamiento temporal del material producto del desmonte y despalme, se utilizar3n las 3reas que posteriormente ser3n consideradas para la conformaci3n de las 3reas jardinadas del proyecto. El suelo org3nico y la vegetaci3n picada ser3n acarreados desde el punto de generaci3n hasta los sitios indicados, donde se mezclar3n, apilar3n y preservar3n para posteriormente ser utilizados como abono para la conformaci3n de 3reas jardinadas.

### II.2.5.3. Excavaciones, compactaciones, nivelaciones cortes y relleno

Las actividades de excavaci3n, relleno, cortes, nivelaci3n, y compactaci3n del suelo se realizar3n con el empleo de maquinaria. El material producto de la excavaci3n ser3 empleado para el relleno de otras 3reas que as3 lo requieran, para posteriormente continuar con la cimentaci3n.

En general se muestra en la siguiente tabla el balance volum3trico de materiales que se requiere de desmonte, despalme, corte, y el aprovechable en los rellenos, as3 como el material escombros de la obra sobrante.

Tabla II.5. Balance volum3trico estimado de materiales (corte y relleno).

| Vol3menes Totales      | Volumen m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> |
|------------------------|--|
| Desmonte               | 15,683.64 m <sup>2</sup>               |
| Despalme               | 2368m <sup>3</sup>                     |
| Cortes y Excavaciones  | 1600 m <sup>2</sup>                    |
| Rellenos y terraplenes | 11 000 m <sup>3</sup>                  |
| Escombros de obra      | 5,350 m <sup>3</sup>                   |

### II.2.5.4. Descripci3n de obras y actividades provisionales y asociadas.

Como obras provisionales, dentro de las etapas de preparaci3n del sitio y construcci3n, se incluyen las siguientes: comedor-empleados, ba3os de obra, bodegas de obra, 3rea de residuos peligrosos, oficinas m3viles para los residentes de obras, bodegas, as3 como 3rea de reciclaje.

La superficie de afectaci3n temporal por estas obras ser3 de 725 m<sup>2</sup>, la cual est3 considerada dentro de la superficie de cambio de uso de suelo, ocupando una m3nima 3rea con vegetaci3n secundaria arb3rea de selva mediana subperennifolia (esta 3rea posteriormente ser3 parte de las 3reas jardinadas del proyecto), y 3reas sin vegetaci3n

(que a futuro corresponder3n a las calles propuestas). Los materiales a utilizar ser3n f3cilmente desmontables al t3rmino de las obras.

La distribuci3n de las obras provisionales se muestra en la siguiente figura.

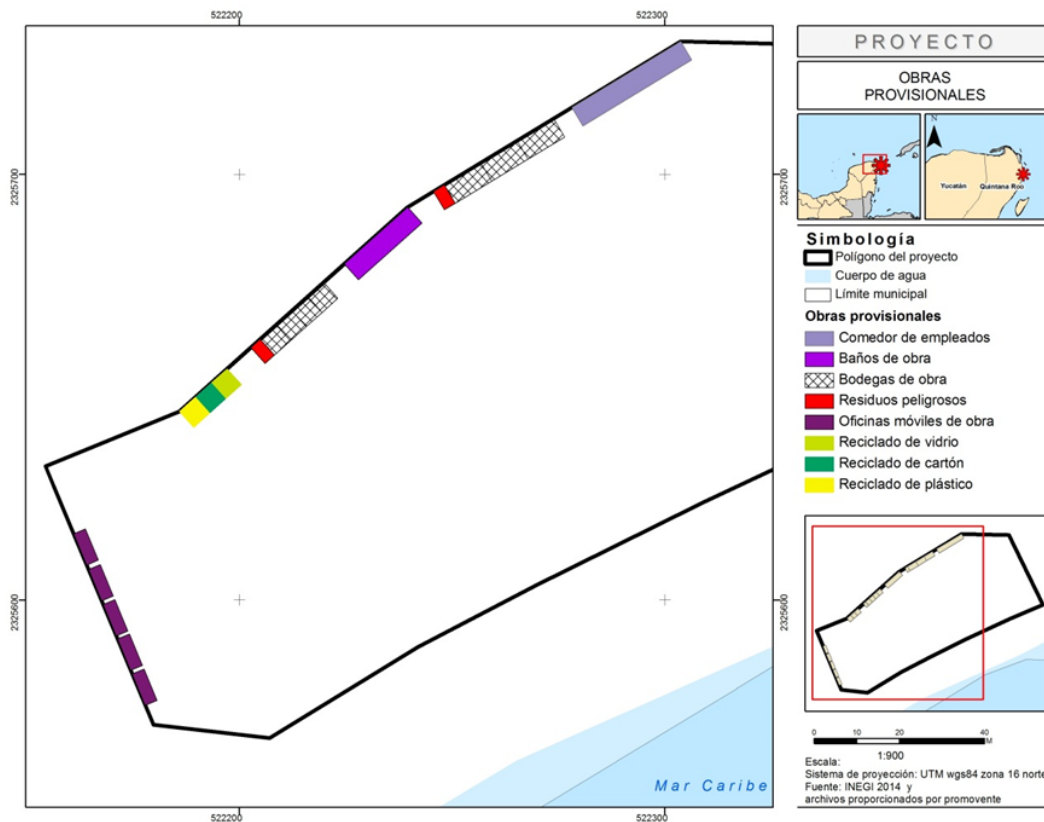


Figura II.12. Obras provisionales del proyecto.

Las obras provisionales ser3n instaladas y operadas por la empresa contratista, misma que se encargará de retirar las obras una vez que concluya con las etapas de preparaci3n y construcci3n del proyecto, para posteriormente proceder a la restauraci3n de los sitios conforme al programa de manejo integral de residuos y el programa de conservaci3n y protecci3n de suelos (ver cap3tulo VII).

Las diferentes obras provisionales que se tienen consideradas en la etapa de construcci3n del proyecto, se describen a continuaci3n.

### **Comedor de empleados (150 m<sup>2</sup>)**

Se determinar3 un 3rea para cocina-comedor con la finalidad de destinar un 3rea de comida durante el proceso de construcci3n sobre el suelo natural a base de muro bajo de 1 MT block y tela mosquitero, con una fosa s3ptica a base de tinaco rotoplast. Los residuos que se generen dentro de esta 3rea ser3n colocados en instalaciones correspondientes temporales, previo a su disposici3n final por parte de una empresa especializada.

### **Baños de Obra (100 m<sup>2</sup>)**

Ser3 destinada un 3rea para la colocaci3n de hidrosanitarios instalados para los trabajadores de la obra, a los cuales dar3 mantenimiento la misma empresa que los rentar3, misma que se encargará del retiro final de los residuos.

### **Bodegas (250 m<sup>2</sup>)**

Se construir3 una bodega sobre el suelo natural de muros y techos de madera, con la finalidad de alojar en ella distintos materiales de la obra como son el cemento, la grava, madera, etc., as3 como las herramientas de trabajo y equipo utilizado en la etapa de construcci3n.

### **3reas de residuos peligrosos (30 m<sup>2</sup>)**

Se destinara una superficie para tener un mejor manejo de los residuos generados en la etapa de construcci3n del proyecto previo a su disposici3n final, a base de muros de block, acabado pulido, parrilla a base de varillas, techo de madera y lamina zinc, cercado con maya electro soldada debidamente se3alizada y extintor contra incendios.

### **Oficinas m3viles de obra (120 m<sup>2</sup>)**

Estas oficinas se ubicar3n en lugares de f3cil acceso y cercanos a la bodega, y contar3n con equipos port3tiles para la protecci3n y combate de incendios, los cuales estar3n identificados mediante se3alamientos de seguridad. Una vez concluidas las obras se proceder3n a su retiro.

### **3rea de reciclaje (75 m<sup>2</sup>)**

Se construir3 un 3rea de reciclaje sobre el suelo natural, cercado con malla cicl3nica, para tener una mejor disposici3n de los residuos generados durante la etapa de construcci3n del proyecto, y que sean susceptibles de reciclaje tales como trozos de madera, alambre, cart3n, pl3ticos etc., de manera de mantener el 3rea de construcci3n despejada de cualquier residuo que pudiera causar alg3n tipo de afectaci3n.

### **II.2.5.5. Construcción**

En la etapa constructiva las actividades que se llevarán a cabo de manera básica, son las siguientes:

#### **Cimentación**

Se presentan diferentes alternativas de cimentación, siendo básicamente de dos tipos: cimentaciones superficiales, a base de zapatas aisladas o corridas y losas de concreto para estructuras menores o medianas que induzcan presiones unitarias al subsuelo, y cimentaciones profundas, mediante pilas de fricción o punta, de sección circular para estructuras mayores y, en su caso, estructuras que transmitan de forma puntual cargas muy elevadas y que estén sujetas a fuerzas externas como momentos generados por un sismo o vientos.

#### **Estructura del edificio principal**

Constará de un edificio de un solo cuerpo en forma de “L” alargada, construido a base de marcos de concreto reforzado en un sistema de losas nervadas aligeradas con poliestireno expandido, trabajando en una o dos direcciones. Todos los marcos constaran de columnas y trabes capaces de absorber las fuerzas producidas por las cargas propias de gravedad.

Cabe señalar que para esta estructura se llevara a cabo la cimentación a base de pilas de concreto reforzado, colocadas en sitio de diámetros de 60, 80, 120, 140 y 160 centímetros, con longitudes de un promedio de 8 metros enterradas sobre roca caliza. Las pilas estarán empotradas en dicha roca en un mínimo de 4 m.

### **Otra Infraestructura**

Para el miniclub, bar piscina, bar acu3tico, toallero-caseta de animaci3n, vestidor y asoleadero, el sistema constructivo est3 basado en losa de cimentaci3n, muros de carga de block hueco de concreto y losa aligerada de concreto.

Respecto a las albercas, 3stas ser3n a base de concreto reforzado con losas de 20 cm de espesor y muros de 15 cm. Todo armado con acero de refuerzo con doble parrilla. Estas estar3n apoyadas en una plataforma de sascab compactada.

Para el caso de las escaleras y rampa de madera se fabricaran con madera, tipo Deck de duela sobre una estructura de palitos de madera hincados sobre el terreno natural permitiendo la permeabilidad de la superficie.

### **Pozos de inyecci3n de agua**

Los pozos de inyecci3n de agua ser3n construidos conforme a las especificaciones y lineamientos que determine la autoridad competente en la materia (CONAGUA).

Con base al Estudio Geohidrol3gico realizado para el proyecto, se propone perforar el suelo a una profundidad de 30 metros, donde encuentra el manto de agua dulce-salobre.

Para la construcci3n de los pozos se considera enterrar un tubo de acero de 70 cm de di3metro aproximadamente. El conducto es estanco en toda la capa impermeable del suelo (por lo menos 16 m). M3s all3, est3 dotado de grandes agujeros que dispersan el agua en el suelo permeable. El tubo que lleva el agua al pozo de inyecci3n es de tipo PVC de "8 CED 40, el cual la vierte en su centro en una placa que permite dispersarla uniformemente. Todo esto sirve para que el agua no caiga por la pared y no salga por un solo agujero del conducto, lo que saturar3a localmente el suelo y no permitir3a una correcta infiltraci3n del agua.



## **Pozos de extracción y rechazo**

Los pozos de extracción serán construidos conforme a las especificaciones y lineamientos de las Normas Oficiales Mexicanas NOM-003-CNA-1996 (requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos), y NOM-004-CNA-1996 (requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general).

El procedimiento constructivo considera la perforación exploratoria, registro eléctrico, colocación de tubería de ademe, engravado, limpieza, desarrollo y aforo a una profundidad propuesta de 24 m (de acuerdo al Estudio Geohidrológico realizado que se anexa en el capítulo IX). Se propone aislar los primeros 20 m para proteger el manto de agua salobre y que el horizonte de extracción sea de los 20 m hasta los 24 m, esperando extraer agua con concentraciones de sólidos totales superiores a 25,000 mg/l.

La maquinaria empleada para su construcción será de tipo rotatoria, instalada sobre un camión que funciona como medio de transporte y sistema de fijación, empleando el mismo peso del vehículo como anclaje durante las actividades de exploración y perforación.

El método de perforación por rotación, consiste en perforar un agujero mediante la acción rotaria de una barrena, y la remoción de los fragmentos que se producen, los cuales se eliminan a través de un fluido que continuamente se hace circular, conforme el trépano penetra en los materiales de la formación.

En cuanto a los pozos de rechazo serán construidos conforme a las especificaciones y lineamientos que establezca la CONAGUA. Su sistema constructivo será similar al de los pozos de aprovechamiento, solo que a una profundidad de 45 metros considerando lo

reportado en el Estudio geohidrológico, aislando los primeros 30 m para evitar cualquier contacto o contaminación del manto de agua dulce-salobre. Respecto a su ubicación, y considerando la ubicación de las instalaciones del proyecto, se propone que la batería de pozos de inyección se localice aguas abajo del flujo subterráneo a una distancia del área de servicio mayor a 50 m.

### **Planta desalinizadora**

Se instalará y operará una planta desalinizadora modelo 130 MCD, ubicada en el sótano 1 del edificio principal, conformada por las siguientes unidades.

1. Estructura en acero inox. 304.
2. Tubería alta presión en acero inoxidable 316 L cal.40.
3. Tubería de baja presión en PVC cal. 80.
4. Equipo de presión con motor de 100 HP @ 440 volts.
5. Bomba alta presión en acero inox.304 multietapa.
6. 18 membranas de 8 x 40 W.
7. 2 vasos de alta presión en acero inox. 300 psi.
8. Flujo de producción 130 MCD.
9. 3 bombas dosificadoras de 1.2lt/h.
10. 3 filtro multicama 30 x 54 con válvula automática.
11. 1 bomba Booster.
12. 1 tablero eléctrico de control y fuerza con PLC y luces indicadoras.
13. Instalación de Conexiones hidráulicas y líneas eléctricas
14. 2 medidores de flujo electrónicos (producto y rechazo).
15. 1 medidor de ph electrónico y 1 medidor de TDS electrónico.
16. 1 equipo CIP para enjuague y lavado de químico de membranas.

## 17. Montaje del equipo y arranque

Para un mejor análisis, se adjunta en los anexos del capítulo IX, el diagrama de la tubería e instrumentación.

### **Red de drenaje**

Todos los elementos que integrarán al proyecto se conectarán a la red de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo (Capanet), ante la cual ya se han hecho las gestiones necesarias. El drenaje será posible mediante gravedad o bombeo hacia la red; es decir, se descargará el agua residual cruda al sistema colector general. Todos los sistemas de drenaje serán probados por hermeticidad para garantizar que el agua residual no contamine el subsuelo adyacente a las líneas de alcantarillado. De la misma forma, el sistema de alcantarillado se construirá utilizando elementos impermeables como el PVC cédula 80 o equivalentes. Los cárcamos de re-bombeo estarán previstos con equipos para operación escalonada de acuerdo a la aportación instantánea y de emergencia, variadores de velocidad y eyectores para pre-aeración con objeto de evitar olores desagradables.

Los cárcamos de rebombeo serán diseñados para tiempos de retención no mayores a 20 minutos a gasto medio y provisto de alarma ante fallos, para evitar rebosos o derrames accidentales.

### **Requerimiento de personal e insumos**

Para el desarrollo del proyecto se requerirá la contratación de aproximadamente 342 trabajadores a lo largo de las etapas de preparación del sitio y construcción. En la siguiente tabla se presenta el personal de obra requerido.

**Tabla II. 6.** Personal requerido durante las etapas de preparaci3n del sitio y construcci3n.

| Oficio                       | N3mero de personas |
|------------------------------|--------------------|
| Pe3n jornalero               | 150                |
| Albañil                      | 75                 |
| Carpintero                   | 30                 |
| Plomero                      | 10                 |
| Electricista                 | 12                 |
| Operador de revolvedora      | 5                  |
| Operador de motoconformadora | 3                  |
| Operado de D4                | 2                  |
| Pintor                       | 10                 |
| Top3grafo                    | 5                  |
| Vigilantes                   | 4                  |
| Papelero                     | 15                 |
| Cabo de obra                 | 20                 |
| Director de obra             | 1                  |
| <b>Total</b>                 | <b>342</b>         |

En cuanto a los insumos necesarios para el desarrollo de las obras, ser3n requeridos materiales tales como concreto, acero, arena, grava, tuber3a, etc., los cuales ser3n transportados hasta el 3rea de construcci3n del proyecto en camiones autorizados, cumpliendo con las medidas de seguridad correspondiente durante su traslado hasta el 3rea del proyecto, para evitar cualquier tipo de derrame en su trayecto.

Tambi3n se requerir3 combustible, el cual se adquirir3 de estaciones de servicio aledañas al 3rea de construcci3n del proyecto. Mientras que los requerimientos de agua en la fase ejecutiva de la obra ser3n suministrados mediante el transporte de pipas.

## **II.2.6. Estimaci3n del volumen por especie de materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo**

### **II.2.6.1. Esquema de muestreo**

Con el objetivo de corroborar en campo lo analizado en la literatura, y obtener datos cuantitativos sobre la composici3n y estructura de la comunidad vegetal presente en las superficies sujetas a afectaci3n, se tom3 en cuenta que el predio no presenta vegetaci3n homog3nea y que se reconoce la existencia de dos tipos de vegetaci3n: secundaria arb3rea de selva mediana subperennifolia y vegetaci3n de matorral costero, por lo tanto se opt3 por un muestreo aleatorio estratificado.

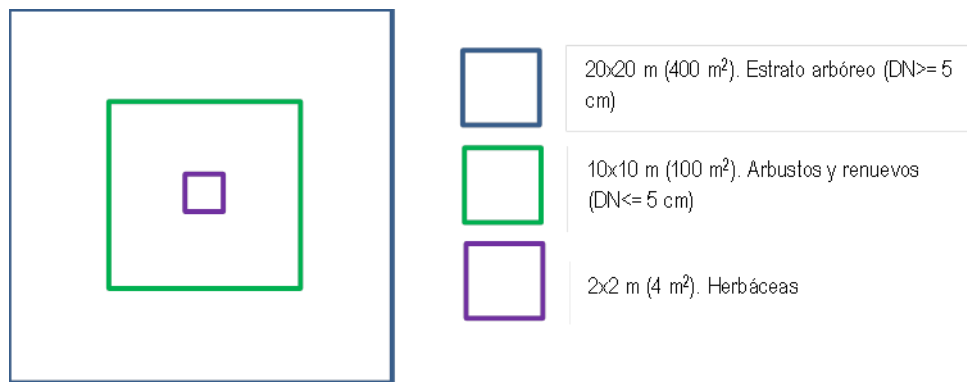
#### **Muestreo aleatorio estratificado**

En este tipo de muestreo la poblaci3n en estudio se separa en subgrupos o estratos que tienen cierta homogeneidad. Despu3s de la separaci3n, dentro de cada subgrupo se debe hacer un muestreo aleatorio simple. El requisito principal para aplicar este m3todo de muestreo es el conocimiento previo de la informaci3n que permite subdividir a la poblaci3n.

#### **Forma y tama3o de las unidades muestrales**

Para poder determinar la forma y tama3o de los cuadrantes que m3s se adecuara al estudio, seg3n las condiciones f3sicas del lugar, se adaptaron las metodolog3as establecidas en el Manual de Ecolog3a (Franco et. al., 2006) y en el Manual de Procedimientos para el Muestreo de Campo en Bosques del Inventario Nacional Forestal (CONAFOR 2004-2009, CONAFOR 2012).

Los sitios pueden tener diversas formas; sin embargo, para sitios sin mucha pendiente y con vegetaci3n abundante, como es el caso que nos ocupa, se pueden establecer formas cuadradas, tal como se describe en la siguiente figura. Para evaluar el estrato superior se han propuesto sitios de 200 a 500 m<sup>2</sup>, para este caso se ajustaron a 400 m<sup>2</sup>. Para el registro de arbustos y renuevos (elementos con DN ≤ 5 cm y altura ≥ 50 cm) se generaron subsitios de 100 m<sup>2</sup> (10x10 m), y un segundo subsitio de 4 m<sup>2</sup> (2x2 m) para el registro de herb3ceas.



**Figura II.13.** Esquema de la forma y tama1o de los sitios de muestreo de flora silvestre.

### **Tama1o de la muestra, nivel de confianza, error e intensidad de muestreo**

El tama1o de la muestra se determin3 con base en la superficie total ocupada por cada uno de los usos de suelo, el cual se aborda en el cap3tulo IV, en donde a partir de un error de muestreo m3ximo del 3.1%, el cual para que sea estad3sticamente aceptable no debe ser mayor al 5%, se calcul3 con la f3rmula para el c3lculo del error muestral para proporciones de poblaciones finitas con un nivel de confianza del 95% (1,96 σ), como se muestra en los siguientes p3rrafos.:

$$e = 0.98 \sqrt{(N - n)/(Nn - n)}$$

D3nde:

e=error muestral

N=Tama3o de la poblaci3n

n=Tama3o de la muestra

Como resultado, se obtuvo una superficie m3nima a muestrear en cada estrato para obtener un error de muestreo m3ximo del 3%.

**Tabla II.7** Superficie m3nima a muestrear para obtener un error de muestreo m3ximo del 3%.

| Estrato (Tipo de vegetaci3n)   | Superficie total del estrato de CUSTF (m <sup>2</sup> ) | Superficie m3nima de muestreo (m <sup>2</sup> ) |
|--|---|---|
| Vegetaci3n Secundaria Arb3rea de Selva Mediana Subperennifolia (VSA/SMQ) | 13,733.00   | 990   |
| Vegetaci3n de Matorral Costero (VMC)                                     | 1,950.64  | 690   |

Una vez, teniendo la forma y tama3o de las unidades muestrales, as3 como la superficie m3nima requerida de la muestra por estrato, se defini3 el n3mero de sitios que caben en esa superficie m3nima, para obtener un error de muestreo que no rebasara el 3% y un nivel de confianza del 95%, quedando de la siguiente manera:

**Tabla II.8.** N3mero de unidades muestrales y error de muestreo obtenido.

| Estrato (Tipo de vegetaci3n)   | Superficie total del estrato de CUSTF (m <sup>2</sup> ) | Tama3o del sitio | N3mero de sitios | Superficie muestreada | Error de muestreo |
|--|---|------------------|------------------|-----------------------|-------------------|
| Vegetaci3n Secundaria<br>Arb3rea de Selva Mediana<br>Subperennifolia (VSA/SMQ) | 13,733.00   | 400              | 3                | 1200                  | 2.7%              |
| Vegetaci3n de Matorral<br>Costero (VMC)  | 1,950.64  | 400              | 2                | 800                   | 2.7%              |

Se determin3 que para vegetaci3n secundaria arb3rea de selva mediana subperennifolia se establecieran 3 sitios cuadrados de 400 m<sup>2</sup> cada uno (20x20 m), distribuidos de manera aleatoria en el predio de inter3s con un 3rea muestreada de 1200 m<sup>2</sup>, un error de 2.7% y un nivel de confianza del 95% (1,96 σ).

Para el caso de la vegetaci3n de matorral costero se establecieron 2 sitios cuadrados de 400 m<sup>2</sup> cada uno (20x20 m) distribuidos de manera aleatoria, abarcando una superficie muestreada de 800 m<sup>2</sup>, un error de muestreo del 2.7% y un nivel de confianza del 95% (1,96 σ).

### Intensidad de muestreo

Se estim3 por estrato, a partir de la siguiente ecuaci3n:

$$IM=(n/N)*100$$

D3nde:

**IM**= intensidad de muestreo (%)

**n**= 3rea total de los sitios de muestreo levantados (ha)

**N**= total de 3rea del predio (ha)



**Tabla II.9.** Intensidad de muestreo por estrato de CUSTF

| <b>Estrato (Tipo de vegetaci3n)</b>                                      | <b>Superficie total del estrato de CUSTF (m<sup>2</sup>)</b> | <b>Superficie muestreada</b> | <b>Intensidad de muestreo</b> |
|--|--|------------------------------|-------------------------------|
| Vegetaci3n Secundaria Arb3rea de Selva Mediana Subperennifolia (VSA/SMQ) | 13733.00   | 1200                         | 8.74%                         |
| Vegetaci3n de Matorral Costero (VMC)                                     | 1950.64  | 800                          | 41.01%                        |

### **Distribuci3n de los sitios de muestreo**

Para distribuir los sitios de muestreo de manera aleatoria dentro del predio “Riviera Canc3n”, se recurri3 a la herramienta “Creaci3n de puntos aleatorios” en el software de informaci3n geogr3fica Arc Map 10.2.

En las siguientes tablas se indican las coordenadas centrales y de los v3rtices (en UTM, Datum-WGS-84 Zona 16Q), de los sitios de muestreo:

**Tabla II. 10.** Coordenadas centrales de los sitios de muestreo de la vegetaci3n en el predio.

| ID | Clave del sitio | Coordenadas UTM (16Q) |         | Tipo de vegetaci3n   |
|----|-----------------|-----------------------|---------|--|
|    |                 | X                     | Y       |  |
| 1  | P_VSA/SMQ1      | 522344                | 2325676 | Vegetaci3n secundaria arb3rea de selva mediana subperennifolia |
| 2  | P_VSA/SMQ2      | 522275                | 2325663 | Vegetaci3n secundaria arb3rea de selva mediana subperennifolia |
| 3  | P_VSA/SMQ3      | 522218                | 2325642 | Vegetaci3n secundaria arb3rea de selva mediana subperennifolia |
| 4  | P_VMC1          | 522324                | 2325638 | Vegetaci3n de Matorral Costero                                 |
| 5  | P_VMC2          | 522239                | 2325603 | Vegetaci3n de Matorral Costero                                 |

**Tabla II.11.** Coordenadas de los v3rtices de los sitios de muestreo de vegetaci3n en el predio.

| Coordenadas UTM WGS-84 (16Q) |         |        |         |
|------------------------------|---------|--------|---------|
| ID Sitio                     | V3rtice | X      | Y       |
| 1                            | 1       | 522334 | 2325686 |
|                              | 2       | 522354 | 2325686 |
|                              | 3       | 522354 | 2325666 |
|                              | 4       | 522334 | 2325666 |
| 2                            | 1       | 522265 | 2325673 |
|                              | 2       | 522285 | 2325673 |
|                              | 3       | 522285 | 2325653 |
|                              | 4       | 522265 | 2325653 |
| 3                            | 1       | 522208 | 2325652 |
|                              | 2       | 522228 | 2325652 |
|                              | 3       | 522228 | 2325632 |
|                              | 4       | 522208 | 2325632 |
| 4                            | 1       | 522314 | 2325648 |
|                              | 2       | 522334 | 2325648 |
|                              | 3       | 522334 | 2325628 |
|                              | 4       | 522314 | 2325628 |
| 5                            | 1       | 522229 | 2325613 |
|                              | 2       | 522249 | 2325613 |
|                              | 3       | 522249 | 2325593 |
|                              | 4       | 522229 | 2325593 |

### II.2.6.2. Procesamiento de datos

El levantamiento de la informaci3n en campo, se llev3 a cabo durante los d3as 28, 29 y 30 de abril de 2015, y se realiz3 de la siguiente manera:

1. La coordenada central de los sitios de muestreo, se localiz3 por medio de un GPS y fue se3alada en campo por medio de una marca con aerosol indicando el ID del sitio.
2. Una vez ubicado y se3alado el centro del sitio se levant3 el registro fotogr3fico del mismo. Se tom3 una serie de ocho fotograf3as iniciando por el norte y continuando contrario a la direcci3n de las manecillas del reloj. La secuencia de im3genes tomadas se unific3 para obtener una sola imagen del sitio de muestreo.
3. Posteriormente se ubicaron los cuatro v3rtices del sitio con ayuda de un GPS, igualmente mediante coordenadas previamente establecidas, corroborando mediante el uso de un long3metro y una br3jula, que la distancia de un v3rtice a otro cumpliera los 20 m en direcci3n este del v3rtice 1 al 2, direcci3n sur del v3rtice 2 al 3, direcci3n oeste del v3rtice 3 al 4 y cerrando en direcci3n norte del v3rtice 4 al 1.
4. En cada v3rtice se pint3 con aerosol el 3rbol m3s cercano y en algunos casos en que 3ste no se presentara se colocaron estacas igualmente pintadas con aerosol color naranja fosforescente.
5. La delimitaci3n de cada uno de los subsitios de muestreo se realiz3 con ayuda de un long3metro. Se trazaron cuadrados de 10x10 m para evaluar el estrato arbustivo y de 2x2 m para el herb3ceo, ambos con respecto a la coordenada central de los

sitios delimitados con el long3metro, mismo que permaneci3 tendido mientras se levant3 la informaci3n.

Una vez que los sitios y subsitios de las unidades de muestreo fueron delimitados se procedi3 a la toma de datos de la siguiente manera, (los cuales fueron registrados en bit3coras de campo).

### **Toma de datos en los sitios de muestreo**

**Sitio (400 m<sup>2</sup>),** para evaluar el estrato arb3reo.

1. Se registraron cada uno de los ejemplares de especies de crecimiento arb3reo con un di3metro del tronco (tomado a 1.3 m de altura con respecto al nivel del suelo) igual o mayor a 5 cm. El registro se efectu3 llevando una secuencia continua en el n3mero de 3rboles.
2. Especie: Se anot3 el nombre com3n o cient3fico, o bien el n3mero de la especie colectada.
3. Datos dasom3tricos: di3metro del tronco a una altura de 1.3 m a partir de suelo (tomada con ayuda de una cinta diam3trica), altura total y altura del fuste. Si el 3rbol presentaba ramificaciones debajo de los 1.3 m de altura, se tomaron los datos dasom3tricos de cada una de las ramas.
4. En este estrato se incluyeron 3nicamente ejemplares con un di3metro del tronco (tomado a 1.3 m de altura con respecto al nivel del suelo) igual o mayor a 5 cm.
5. Cada ejemplar fue se3alizado con una etiqueta indicando el n3mero de registro correspondiente, con la finalidad de facilitar su reconocimiento.

### **Subsitio 1 (100 m<sup>2</sup>)**

1. Se registr3 el nombre com3n o cient3fico o bien el n3mero de la especie colectada.
2. Se registr3 el n3mero de individuos por especie.
3. En este subsitio se incluyeron individuos arbustivos y renuevos de especies arb3reas mayores a los 50 cm de altura, tama3o m3nimo del estrato arbustivo seg3n Franco et. al. (1989), hasta la altura que alcanzaran, siempre que su di3metro fuera menor a 5 cm.

### **Subsitio 2 (4 m<sup>2</sup>)**

1. Se registr3 el nombre com3n o cient3fico o bien el n3mero de la especie colectada.
2. Se registr3 el n3mero de individuos por especie.
3. En este estrato se incluyeron hierbas y renuevos de especies arb3reas o arbustivas que no rebasaran los 50 cm de altura.

### **Procedimiento para la estimaci3n de volumen por especie**

Para realizar el an3lisis de la informaci3n dasom3trica obtenida en campo, se utilizaron las siguientes f3rmulas y modelos logar3tmicos para el c3lculo de volumen de materia prima forestal por especie; estas ecuaciones fueron tomadas del Inventario Nacional Forestal, las cuales han sido aplicadas a diferentes regiones del pa3s y toman en cuenta como variables independientes el di3metro normal (cm) y altura total del individuo (m). Son ecuaciones que se aplican por especie o por grupo de especies y/o por regi3n, de acuerdo a las especificaciones de cada modelo. Para las especies que no presentaron modelos, se han utilizado ecuaciones de entidades con similitudes en la especie o grupo de especies y en las condiciones ambientales generales.

**Tabla II. 12.** Modelos logar3tmicos utilizados para estimar el volumen de materia prima forestal.

| Nombre cient3fico             | Tipo de vegetaci3n |     | Modelo para estimaci3n de VTA (m <sup>3</sup> )            |
|-------------------------------|--------------------|-----|--|
| <i>Bumelia retusa</i>         | VMC                |     | EXP(-9.87689000+ 1.93499030*(LN(DN))+1.03862975*(LN(HT)))  |
| <i>Bursera simaruba</i>       | VSA_SMQ            |     | EXP(-9.86139158 + 1.93994057*(LN(DN))+1.04126898*(LN(HT))) |
| <i>Capparis incana</i>        | VSA_SMQ            |     | EXP(-9.86139158 + 1.93994057*(LN(DN))+1.04126898*(LN(HT))) |
| <i>Coccoloba uvifera</i>      | VMC                |     | EXP(-9.80434696 + 1.91033696*(LN(DN))+1.03262007*(LN(HT))) |
| <i>Cordia sebestena</i>       | VSA_SMQ            | VMC | EXP(-9.80434696 + 1.91033696*(LN(DN))+1.03262007*(LN(HT))) |
| <i>Drypetes lateriflora</i>   | VSA_SMQ            |     | EXP(-10.01137401+1.97688779 *(LN(DN))+1.02860759*(LN(HT))) |
| <i>Eugenia axillaris</i>      | VSA_SMQ            |     | EXP(-10.01137401+1.97688779 *(LN(DN))+1.02860759*(LN(HT))) |
| <i>Metopium brownei</i>       | VSA_SMQ            |     | EXP(-9.87689000+ 1.93499030*(LN(DN))+1.03862975*(LN(HT)))  |
| <i>Pithecellobium keyense</i> | VSA_SMQ            |     | EXP(-10.01137401+1.97688779 *(LN(DN))+1.02860759*(LN(HT))) |
| <i>Pouteria campechiana</i>   | VSA_SMQ            |     | EXP(-10.01137401+1.97688779 *(LN(DN))+1.02860759*(LN(HT))) |
| <i>Terminalia catappa</i>     | VSA_SMQ            |     | EXP(-9.84334100 + 1.92700277*(LN(DN))+1.00612327*(LN(HT))) |
| <i>Vitex trifolia</i>         | VSA_SMQ            |     | EXP(-9.87689000+ 1.93499030*(LN(DN))+1.03862975*(LN(HT)))  |
| <i>Thrinax radiata</i>        | VSA_SMQ            | VMC | EXP(-10.22400164+1.93392327 *(LN(DN))+1.04126898*(LN(HT))) |
| <i>Cocos nucifera</i>         | VSA_SMQ            | VMC | EXP(-10.22400164+1.93392327 *(LN(DN))+1.04126898*(LN(HT))) |

\*DN=Di3metro normal (en cm, a 1.3 m del suelo); HT=Altura total (m)

- **C3lculo del volumen promedio especie por sitio de muestreo**

$$\overline{vol}_{sp/sitio} = \frac{\sum vol}{n}$$

D3nde:

—

Vol<sub>sp/sitio</sub>= Volumen promedio por especie por sitio

∑Vol= Sumatoria de vol3menes de todos los individuos de una misma especie

n= N3mero de sitios levantados

- **Calculo del volumen de especie por ha (Existencias reales por hect3rea).**

$$Vol_{sp/ha} = \overline{Vol}_{sp/sitio} * fha$$

D3nde:

$Vol_{sp/ha}$  = Volumen por especie en una hect3rea

$\overline{Vol}_{sp/sitio}$  = Volumen promedio por especie por sitio

fha= Factor de conversi3n = 10000/dimensi3n del sitio en m<sup>2</sup>.

- **C3lculo del volumen total a remover por especie (Existencias totales)**

$$Vol_{total/sp} = Vol_{sp/ha} * Sup$$

D3nde:

$Vol_{total/sp}$  = volumen total a remover m<sup>3</sup> por especie

$Vol_{sp/ha}$  = volumen por especie en una hect3rea

Sup= Superficie total del predio de inter3s en hect3reas

- **C3lculo del volumen total a remover**

$$Vol_{total} = \sum Vol_{total/sp}$$

Las f3rmulas anteriores, fueron adaptadas de Rodr3guez (1998).

### II.2.6.3. Resultados obtenidos

En este apartado se presentan los vol3menes de materia prima forestal a remover en volumen total 3rbol, puesto que se remover3 la totalidad del individuo y nuestro inter3s es estimar el volumen que se obtendr3 con el cambio de uso de suelo y no solo el volumen comercializable, el cual generalmente es medido en rollo total 3rbol. A continuaci3n se presentan los resultados por especie en cada tipo de vegetaci3n.



## II.2.6.4 Volumen total por especies por tipo de vegetaci3n

De acuerdo a la NOM-152-SEMARNAT-2006, el Volumen Total 3rbol (m<sup>3</sup>), se refiere al volumen de madera y corteza del 3rbol, incluyendo fuste, puntas y ramas, por lo que para hacer esta estimaci3n se tom3 en cuenta la altura total del 3rbol.

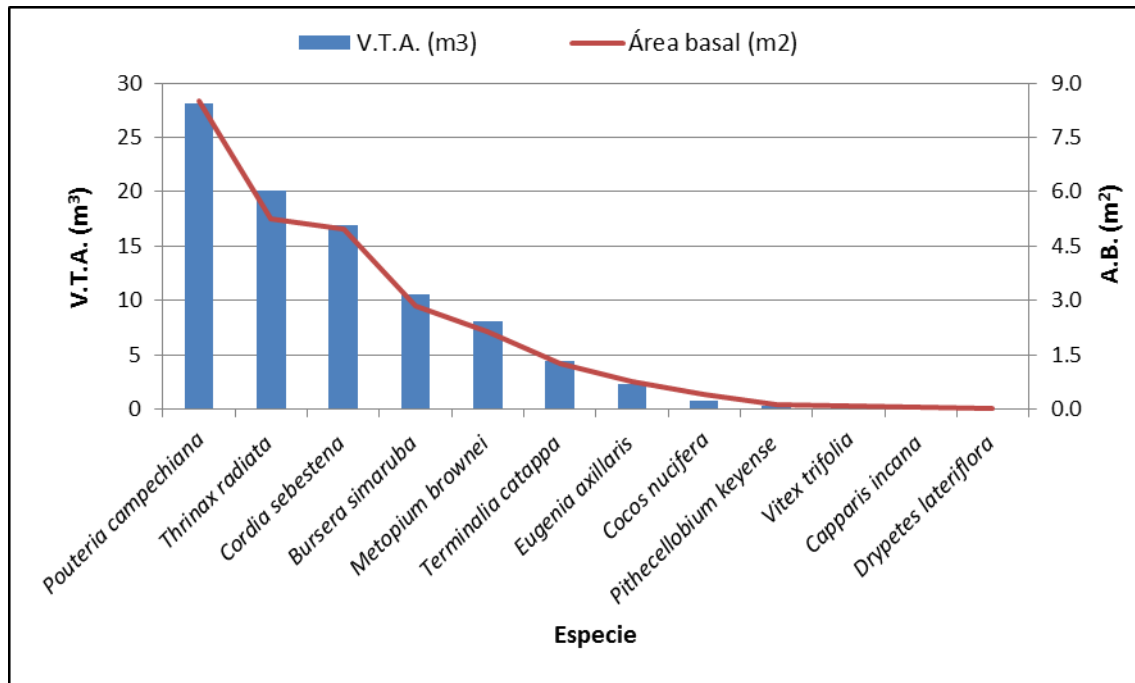
### 1. Vegetaci3n Secundaria Arb3rea de Selva Mediana Subperennifolia

En una superficie de 1.3733 ha cubierta por vegetaci3n secundaria arb3rea de selva mediana subperennifolia, se remover3n 92.21 m<sup>3</sup> (V. T. A.) de materia prima forestal. En la siguiente tabla se desglosan tanto el volumen como el n3mero de individuos, cobertura de la copa y 3rea basal ocupada por especie.

**Tabla II.13.** V.T.A. (m<sup>3</sup>) a remover por especie en VSA/SMQ (1.3733 ha).

| Nombre com3n      | Nombre cient3fico  | Existencias totales          |                             |                          |     |
|-------------------|--|------------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----|
|                   |  | 3rea basal (m <sup>2</sup> ) | Cobertura (m <sup>2</sup> ) | V.T.A. (m <sup>3</sup> ) | ni  |
| Palo mulato       | <i>Bursera simaruba (L.) Sarg. (1890)</i>                | 2.84                         | 603.33                      | 10.53                    | 57  |
| Matagallina       | <i>Capparis incana Kunth (1821)</i>                      | 0.08                         | 76.96                       | 0.21                     | 23  |
| Palma de coco     | <i>Cocos nucifera L. (1753)</i>                          | 0.41                         | 235.36                      | 0.77                     | 23  |
| Ciricote de playa | <i>Cordia sebestena L. (1753)</i>                        | 4.98                         | 1873.78                     | 16.96                    | 366 |
| snc               | <i>Drypetes lateriflora (Sw.) Krug &amp; Urb. (1892)</i> | 0.02                         | 35.95                       | 0.05                     | 11  |
| snc               | <i>Eugenia axillaris (Sw.) Willd. (1799)</i>             | 0.78                         | 218.95                      | 2.34                     | 69  |
| Chechem           | <i>Metopium brownei (Jacq.) Urb. (1908)</i>              | 2.16                         | 1356.10                     | 8.11                     | 80  |
| Ya'ax k'aax       | <i>Pithecellobium keyense Britton (1928)</i>             | 0.15                         | 56.18                       | 0.35                     | 23  |
| Kaniste           | <i>Pouteria campechiana (Kunth) Baehni (1942)</i>        | 8.52                         | 4218.49                     | 28.13                    | 469 |
| Almendro          | <i>Terminalia catappa L. (1767)</i>                      | 1.26                         | 360.09                      | 4.48                     | 11  |

| Nombre com3n    | Nombre cientifico   | Existencias totales          |                             |                          |              |
|-----------------|---|------------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------|
|                 |   | 3rea basal (m <sup>2</sup> ) | Cobertura (m <sup>2</sup> ) | V.T.A. (m <sup>3</sup> ) | ni           |
| Palma chit      | <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | 5.27                         | 1894.90                     | 20.05                    | 378          |
| 3rbol casto     | <i>Vitex trifolia</i> L. (1753)                             | 0.10                         | 202.24                      | 0.23                     | 23           |
| <b>Totales=</b> |   | <b>26.57</b>                 | <b>11,132.32</b>            | <b>92.21</b>             | <b>1,533</b> |



**Figura II.14.**Representaci3n gr3fica del V.T.A. (m<sup>3</sup>) a remover por especie en VSA/SMQ.

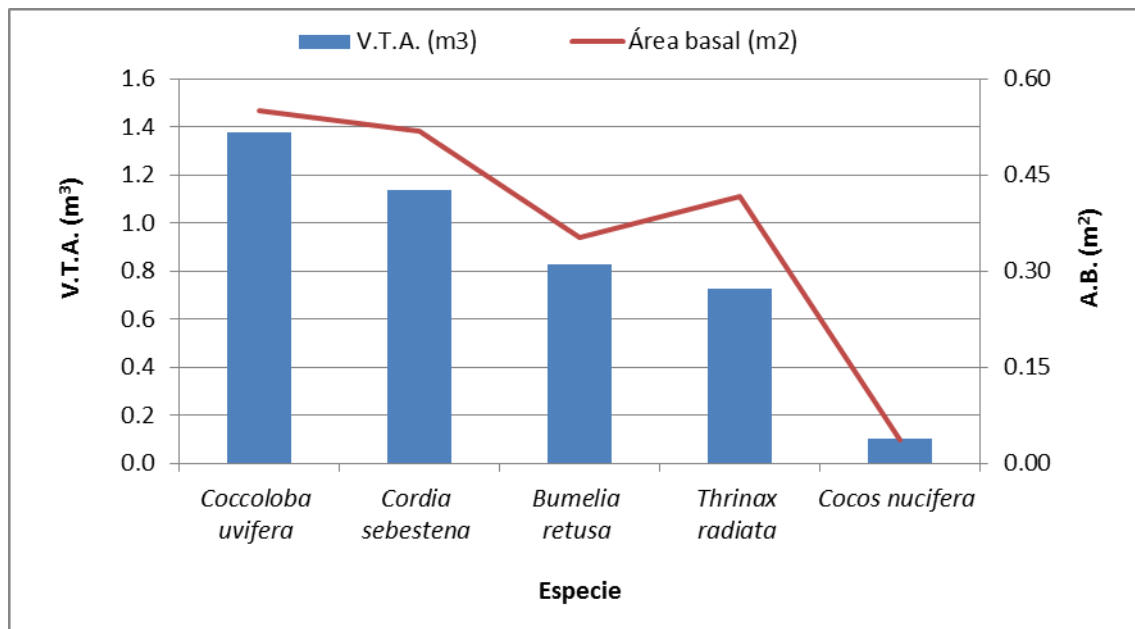
### Vegetaci3n de Matorral Costero

En una superficie de 0.1951 ha, cubierta por vegetaci3n de matorral costero, se remover3n 4.17 m<sup>3</sup> (V. T. A.) de materia prima forestal. En la siguiente tabla se desglosan

tanto el volumen como el n3mero de individuos, cobertura de la copa y 3rea basal ocupada por especie.

**Tabla II.14.** V.T.A. (m<sup>3</sup>) a remover por especie en VMC (0.1951 ha).

| Nombre com3n      | Nombre cient3fico   | Existencias totales          |                             |                          |            |
|-------------------|---|------------------------------|-----------------------------|--------------------------|------------|
|                   |   | 3rea basal (m <sup>2</sup> ) | Cobertura (m <sup>2</sup> ) | V.T.A. (m <sup>3</sup> ) | ni         |
| Pico real         | <i>Bumelia retusa</i> Balb. ex A. DC. (1844)                | 0.35                         | 253.45                      | 0.83                     | 27         |
| Uvero de playa    | <i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L. (1759)                     | 0.55                         | 350.16                      | 1.38                     | 10         |
| Palma de coco     | <i>Cocos nucifera</i> L. (1753)                             | 0.04                         | 1.92                        | 0.10                     | 2          |
| Ciricote de playa | <i>Cordia sebestena</i> L. (1753)                           | 0.52                         | 183.92                      | 1.14                     | 22         |
| Palma chit        | <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | 0.42                         | 74.15                       | 0.73                     | 44         |
| <b>Totales</b>    |   | <b>1.88</b>                  | <b>863.59</b>               | <b>4.17</b>              | <b>105</b> |



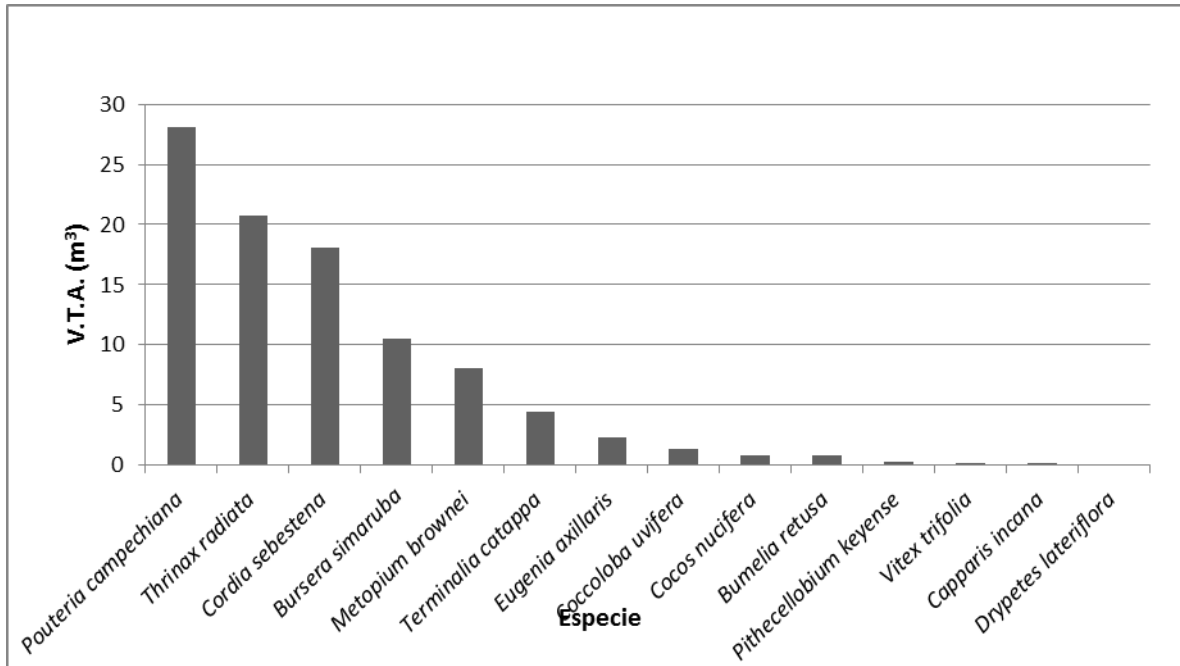
**Figura II.15.** Representaci3n gr3fica del V.T.A. (m<sup>3</sup>) a remover por especie en VMC

### **II.2.6.5 Volumen total por especie comercializable**

El volumen comercializable generalmente se refiere al volumen en rollo total 3rbol; es decir, el volumen de madera del fuste y corteza del 3rbol sin incluir ramas, como lo indica la NOM-152-SEMARNAT-2006; sin embargo, puesto que el objetivo del presente estudio no es comercializar la materia, adem3s de que se trata de especies tropicales con un tipo de crecimiento en que la mayor3a no presenta como tal un fuste limpio, se opt3 por estimar el volumen total 3rbol (m<sup>3</sup>), como se desglos3 en el apartado anterior por tipo de vegetaci3n, con base en lo cual en la siguiente tabla se presenta un resumen de vol3menes totales por especie.

**Tabla II.15.** V. T. A. (m<sup>3</sup>) a remover, por especie en los pol3gonos de CUSTF.

| Nombre com3n                              | Nombre cient3fico   | VTA (m <sup>3</sup> )/Tipo de vegetaci3n |             | V. T. A.(m <sup>3</sup> )<br>a remover |
|---|---|--|-------------|--|
|   |   | VSA/SMQ                                  | VMC         |  |
| Palo mulato                               | <i>Bursera simaruba (L.) Sarg. (1890)</i>                       | 10.53                                    |             | <b>10.53</b>                           |
| Matagallina                               | <i>Capparis incana Kunth (1821)</i>                             | 0.21                                     |             | <b>0.21</b>                            |
| Palma de coco                             | <i>Cocos nucifera L. (1753)</i>                                 | 0.77                                     | 0.10        | <b>0.87</b>                            |
| Ciricote de playa                         | <i>Cordia sebestena L. (1753)</i>                               | 16.96                                    | 1.14        | <b>18.09</b>                           |
| snc                                       | <i>Drypetes lateriflora (Sw.) Krug &amp; Urb. (1892)</i>        | 0.05                                     |             | <b>0.05</b>                            |
| snc                                       | <i>Eugenia axillaris (Sw.) Willd. (1799)</i>                    | 2.34                                     |             | <b>2.34</b>                            |
| Chechem                                   | <i>Metopium brownei (Jacq.) Urb. (1908)</i>                     | 8.11                                     |             | <b>8.11</b>                            |
| Ya'ax k'aax                               | <i>Pithecellobium keyense Britton (1928)</i>                    | 0.35                                     |             | <b>0.35</b>                            |
| Kaniste                                   | <i>Pouteria campechiana (Kunth) Baehni (1942)</i>               | 28.13                                    |             | <b>28.13</b>                           |
| Almendro                                  | <i>Terminalia catappa L. (1767)</i>                             | 4.48                                     |             | <b>4.48</b>                            |
| Palma chit                                | <i>Thrinax radiata Lodd. ex Schult. &amp; Schult. f. (1830)</i> | 20.05                                    | 0.73        | <b>20.77</b>                           |
| 3rbol casto                               | <i>Vitex trifolia L. (1753)</i>                                 | 0.23                                     |             | <b>0.23</b>                            |
| Pico real                                 | <i>Bumelia retusa Balb. ex A. DC. (1844)</i>                    |  | 0.83        | <b>0.83</b>                            |
| Uvero de playa                            | <i>Coccoloba uvifera (L.) L. (1759)</i>                         |  | 1.38        | <b>1.38</b>                            |
| <b>V. T. A. (m<sup>3</sup>) a remover</b> |   | <b>92.21</b>                             | <b>4.17</b> | <b>96.37</b>                           |



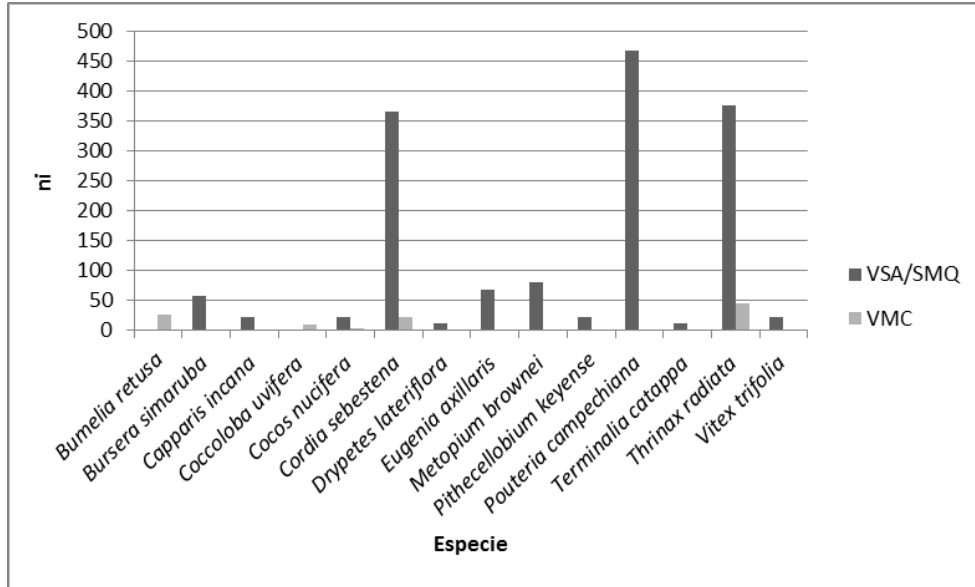
**Figura II.16.** Representaci3n gr3fica del V.T.A. (m³) a remover por especie en los pol3gonos de CUSTF.

### II.2.6.6 Estimaci3n del n3mero de individuos de las especies arb3reas, arbustivas y herb3ceas por afectar

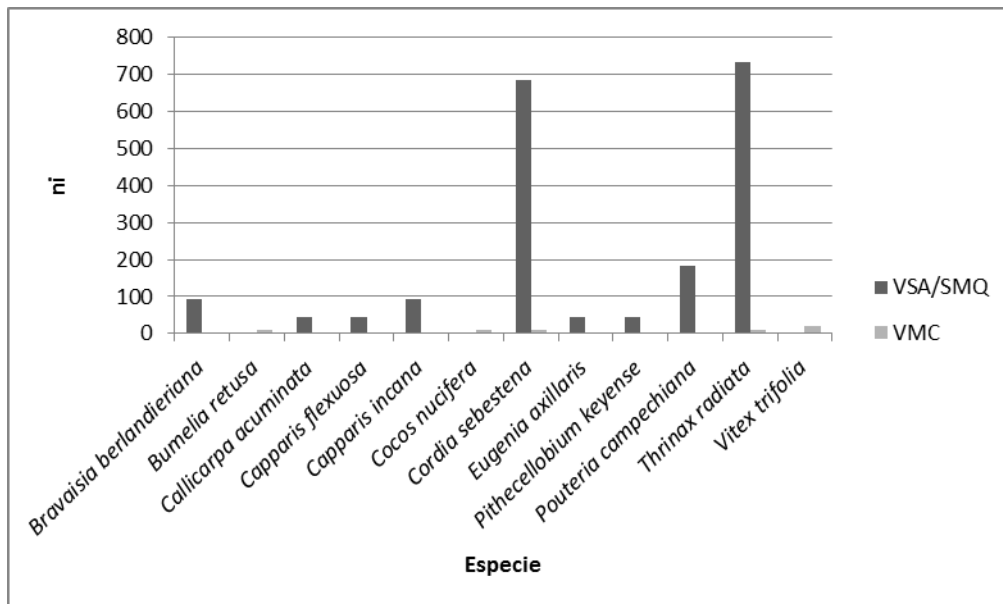
En la siguiente tabla se muestra el n3mero de individuos a remover por especie, en cada uno de los estratos presentes (arb3reo, arbustivo, herb3ceo) por tipo de vegetaci3n, as3 con una representaci3n gr3fica de cada uno de ellos.

**Tabla II. 16** N3mero de individuos (ni) a remover por especie y por estrato en cada tipo de vegetaci3n

| Estrato  | Nombre com3n                    | Nombre cientifico   | ni/tipo de vegetaci3n |             |
|--|---------------------------------|---|-----------------------|-------------|
|  |                                 |   | VSA/SMQ               | VMC         |
| Arb3reo  | Pico real                       | <i>Bumelia retusa</i> Balb. ex A. DC. (1844)                |                       | 27          |
|  | Palo mulato                     | <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg. (1890)                   | 57                    |             |
|  | Matagallina                     | <i>Capparis incana</i> Kunth (1821)                         | 23                    |             |
|  | Uvero de playa                  | <i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L. (1759)                     |                       | 10          |
|  | Palma de coco                   | <i>Cocos nucifera</i> L. (1753)                             | 23                    | 2           |
|  | Ciricote de playa               | <i>Cordia sebestena</i> L. (1753)                           | 366                   | 22          |
|  | snc                             | <i>Drypetes lateriflora</i> (Sw.) Krug & Urb. (1892)        | 11                    |             |
|  | snc                             | <i>Eugenia axillaris</i> (Sw.) Willd. (1799)                | 69                    |             |
|  | Chechem                         | <i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb. (1908)                 | 80                    |             |
|  | Ya'ax k'aax                     | <i>Pithecellobium keyense</i> Britton (1928)                | 23                    |             |
|  | Kaniste                         | <i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni (1942)           | 469                   |             |
|  | Almendro                        | <i>Terminalia catappa</i> L. (1767)                         | 11                    |             |
|  | Palma chit                      | <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | 378                   | 44          |
| 3rbol casto  | <i>Vitex trifolia</i> L. (1753) | 23  |                       |             |
| Arbustivo  | Juluub                          | <i>Bravaisia berlandieriana</i> (Nees) T.F. Daniel (1988)   | 92                    |             |
|  | Pico real                       | <i>Bumelia retusa</i> Balb. ex A. DC. (1844)                |                       | 10          |
|  | Pukin                           | <i>Callicarpa acuminata</i> Kunth (1817)                    | 46                    |             |
|  | Bokanche'                       | <i>Capparis flexuosa</i> (L.) L. (1762)                     | 46                    |             |
|  | Matagallina                     | <i>Capparis incana</i> Kunth (1821)                         | 92                    |             |
|  | Palma de coco                   | <i>Cocos nucifera</i> L. (1753)                             |                       | 10          |
|  | Ciricote de playa               | <i>Cordia sebestena</i> L. (1753)                           | 687                   | 10          |
|  | snc                             | <i>Eugenia axillaris</i> (Sw.) Willd. (1799)                | 46                    |             |
|  | Ya'ax k'aax                     | <i>Pithecellobium keyense</i> Britton (1928)                | 46                    |             |
|  | Kaniste                         | <i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni (1942)           | 183                   |             |
|  | Palma chit                      | <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | 732                   | 10          |
| 3rbol casto  | <i>Vitex trifolia</i> L. (1753) |   | 20                    |             |
| Herb3ceo   | Lirio araña                     | <i>Hymenocallis littoralis</i> (Jacq.) Salisb. (1812)       |                       | 1463        |
|  | Kaniste                         | <i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni (1942)           | 3433                  |             |
|  | Coralillo                       | <i>Rivina humilis</i> L. (1753)                             | 2289                  | 244         |
|  | Palma chit                      | <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | 12589                 | 731         |
| <b>N3mero de individuos total por tipo de vegetaci3n=</b>              |                                 |   | <b>21813</b>          | <b>2602</b> |
| <b>N3mero de individuos total a remover en los pol3gonos de CUSTF=</b> |                                 |   | <b>24414</b>          |             |

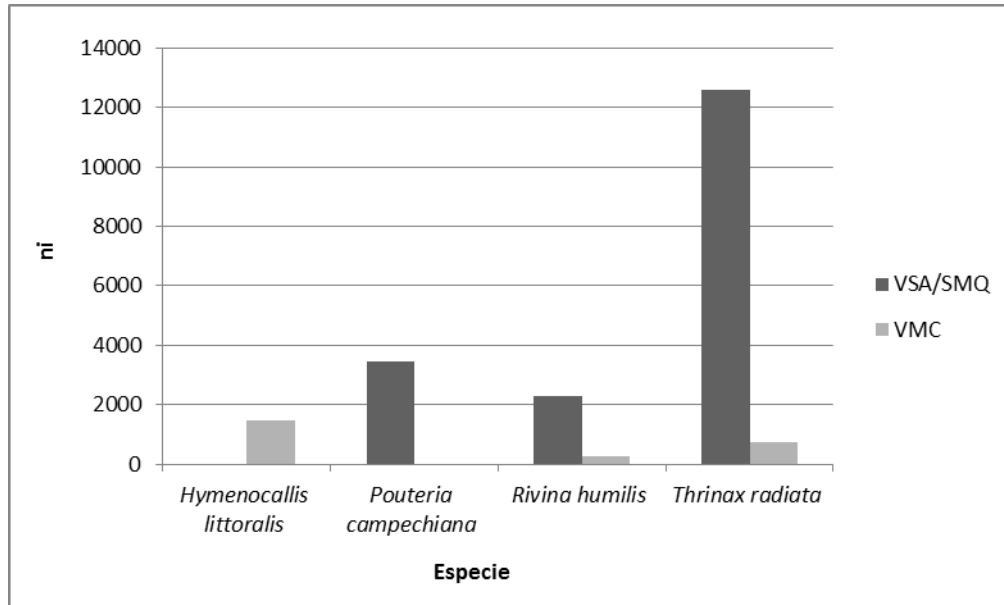


**Figura II.17.** Representaci3n gr3fica del n3mero de individuos a remover por especie, por tipo de vegetaci3n.  
 Estrato arb3reo.



**Figura II.18** Representaci3n gr3fica del n3mero de individuos a remover por especie, por tipo de vegetaci3n.  
 Estrato arbustivo





**Figura II.19.** Representaci3n gr3fica del n3mero de individuos a remover por especie, por tipo de vegetaci3n. Estrato herb3ceo.

### II.2.7. Estimaci3n econ3mica de los recursos biol3gicos forestales del 3rea sujeta al cambio de uso del suelo.

La valoraci3n econ3mica se ha visto como un instrumento que permite poner en evidencia los diferentes usos de los recursos biol3gicos y la biodiversidad. La informaci3n puede generarse sobre sus beneficios ecol3gicos, culturales, est3ticos y/o econ3micos.

Para determinar el valor econ3mico de los recursos biol3gico-forestales a remover con el cambio de uso de suelo propuesto, se consider3 lo siguiente:

La estimaci3n econ3mica de los recursos biol3gicos de cualquier ecosistema se puede abordar desde su uso indirecto (servicios ambientales) y los valores de no uso (valor de existencia y valor de legado). El uso indirecto se refiere a los beneficios que recibe la sociedad a trav3s de los servicios ambientales de los ecosistemas y de las funciones del

h3bitat. Los valores de no uso se dividen en valor de existencia y valor de legado; el valor de existencia, es el valor de un bien ambiental simplemente porque existe, este valor es de orden 3tico con implicaciones est3ticas, culturales o religiosas. El valor de legado que se refiere al valor de legar los beneficios del recurso a las generaciones futuras; este valor implica un sentido de pertenencia o propiedad.

Para asignar valores econ3micos, en este estudio se consider3 el valor de uso indirecto; es decir, por los servicios ambientales que prestan los recursos biol3gico-forestales del pol3gono del proyecto; sin embargo, la mayor3a de servicios ambientales carecen de precio al no existir un mercado donde puedan ser intercambiados; no obstante, ello no implica que carezcan de valor.

La forma de dar valor econ3mico a los bienes y servicios ambientales, es medir sus beneficios directos y/o indirectos del uso, o medir los cambios en la calidad ambiental en los flujos naturales de estos recursos.

De acuerdo con Loa et al (2010), estos servicios mantienen la biodiversidad y la producci3n de bienes tales como alimento, agua, madera, combustibles y fibras, entre otros. Varios son los servicios que proporciona la biodiversidad, entre ellos la degradaci3n de desechos org3nicos, la formaci3n de suelo y control de la erosi3n, fijaci3n del nitr3geno, incremento de los recursos alimenticios de cosechas y su producci3n, control biol3gico de plagas, polinizaci3n de plantas, productos farmac3uticos y naturistas, turismo de bajo impacto, secuestro de di3xido de carbono y muchos m3s. As3 mismo, varias son las actividades humanas que alteran los procesos naturales, y en la mayor3a de los casos su remedio es muy costoso e incluso imposible. En este sentido, se deben tomar medidas para prevenir los da3os.

Una vez expuesto lo anterior, se indica que la valoración económica de los recursos biológico-forestales en el sitio del proyecto se hizo de acuerdo con las siguientes categorías: recursos forestales maderables, recursos forestales no maderables (vegetación y tierra de monte), fauna, captura de carbono y recursos hidrológicos.

### **II.2.7.1. Valor económico maderable**

Para determinar el valor económico de los recursos forestales maderables se partió de los volúmenes (V.T.A  $m^3$ ), mismo que de acuerdo al Anuario Estadístico de Producción Forestal (2013) se clasificaron en función de sus características biológicas, por lo tanto se catalogaron como comunes tropicales.

El precio fue asignado según las cifras de producción maderable en el Estado de Quintana Roo (32,007  $m^3$ rta), y el valor de la producción de \$46,590,351.00 M.N.; por lo que resulta un costo por  $m^3$ rta de \$1,455.00 M.N. (Cabe aclarar que en estos costos de referencia se manejan los volúmenes rollo total árbol; sin embargo, se consideraron los mismos para nuestra estimación en volumen total árbol, puesto que como ya se mencionó la finalidad no es comercializar sino estimar la cantidad de materia derivada del cambio de uso de suelo). Derivado de este procedimiento, se obtuvo lo siguiente:

**Tabla II. 17.** Valor econ3mico de los recursos forestales maderables, en el pol3gono del proyecto.

| Especie   | Vol. V.T.A.(m <sup>3</sup> ) | Costo (\$/m <sup>3</sup> ) | Costo total (\$) |
|---|------------------------------|----------------------------|------------------|
| <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg. (1890)                   | 10.53                        | 1455                       | 15,321.15        |
| <i>Capparis incana</i> Kunth (1821)                         | 0.21                         |                            | 305.55           |
| <i>Cocos nucifera</i> L. (1753)                             | 0.77                         |                            | 1,120.35         |
| <i>Cordia sebestena</i> L. (1753)                           | 16.96                        |                            | 24,676.8         |
| <i>Drypetes lateriflora</i> (Sw.) Krug & Urb. (1892)        | 0.05                         |                            | 72.75            |
| <i>Eugenia axillaris</i> (Sw.) Willd. (1799)                | 2.34                         |                            | 3,404.7          |
| <i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb. (1908)                 | 8.11                         |                            | 11,800.05        |
| <i>Pithecellobium keyense</i> Britton (1928)                | 0.35                         |                            | 509.25           |
| <i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni (1942)           | 28.13                        |                            | 40,929.15        |
| <i>Terminalia catappa</i> L. (1767)                         | 4.48                         |                            | 6,518.4          |
| <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | 20.05                        |                            | 29,172.75        |
| <i>Vitex trifolia</i> L. (1753)                             | 0.23                         |                            | 334.65           |
| <i>Bumelia retusa</i> Balb. ex A. DC. (1844)                | 0.83                         |                            | 1,207.65         |
| <i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L. (1759)                     | 1.38                         |                            | 2,007.90         |
| <b>Totales=</b>   | <b>94.42</b>                 |                            | <b>137,381.1</b> |

De acuerdo a la estimaci3n anterior, el costo de los recursos forestales maderables en el pol3gono del proyecto ser3a de \$137,381.1 M.N.

### **II.2.7.2 Valor de los productos forestales no maderables**

En esta categor3a se consider3 el n3mero de individuos, para los estratos arbustivo y herb3ceo, para los cuales no se obtuvo un valor de volumen m<sup>3</sup>.

El valor econ3mico para los ejemplares vegetales de los estratos arbustivo y herb3ceo no estimados como maderables, se asign3 con referencia al precio ofrecido en viveros comerciales, haciendo la aclaraci3n de que varias de estas especies no se encuentran en el mercado, por lo que se les asign3 el precio de alguna especie comercial del mismo g3nero y forma biol3gica, as3 mismo se consider3 su uso registrado, seg3n Carnevali *et al* (2010), Arellano et al (2003) y CONABIO, los cuales se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla II. 18** Valor econ3mico de los recursos vegetales no maderables, en el pol3gono del proyecto.

| Nombre cient3fico   | ni/tipo de vegetaci3n |               | Costo unitario | Costo total    |
|---|-----------------------|---------------|----------------|----------------|
|   | VSA/SMQ               | VMC           |                |                |
| <i>Bumelia retusa</i> Balb. ex A. DC. (1844)                |                       | 27            | 20.00          | 540            |
| <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg. (1890)                   | 57                    |               | 20.00          | 1,140          |
| <i>Capparis incana</i> Kunth (1821)                         | 23                    |               | 10.00          | 230            |
| <i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L. (1759)                     |                       | 10            | 20.00          | 200            |
| <i>Cocos nucifera</i> L. (1753)                             | 23                    | 2             | 30.00          | 750            |
| <i>Cordia sebestena</i> L. (1753)                           | 366                   | 22            | 30.00          | 11,640         |
| <i>Drypetes lateriflora</i> (Sw.) Krug & Urb. (1892)        | 11                    |               | 20.00          | 220            |
| <i>Eugenia axillaris</i> (Sw.) Willd. (1799)                | 69                    |               | 30.00          | 2,070          |
| <i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb. (1908)                 | 80                    |               | 10.00          | 800            |
| <i>Pithecellobium keyense</i> Britton (1928)                | 23                    |               | 20.00          | 460            |
| <i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni (1942)           | 469                   |               | 10.00          | 4,690          |
| <i>Terminalia catappa</i> L. (1767)                         | 11                    |               | 20.00          | 220            |
| <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | 378                   | 44            | 50.00          | 21,100         |
| <i>Vitex trifolia</i> L. (1753)                             | 23                    |               | 15.00          | 345            |
| <i>Bravaisia berlandieriana</i> (Nees) T.F. Daniel (1988)   | 92                    |               | 30.00          | 2,760          |
| <i>Bumelia retusa</i> Balb. ex A. DC. (1844)                |                       | 10            | 20.00          | 200            |
| <i>Callicarpa acuminata</i> Kunth (1817)                    | 46                    |               | 15.00          | 690            |
| <i>Capparis flexuosa</i> (L.) L. (1762)                     | 46                    |               | 10.00          | 460            |
| <i>Capparis incana</i> Kunth (1821)                         | 92                    |               | 10.00          | 920            |
| <i>Cocos nucifera</i> L. (1753)                             |                       | 10            | 30.00          | 300            |
| <i>Cordia sebestena</i> L. (1753)                           | 687                   | 10            | 30.00          | 20,910         |
| <i>Eugenia axillaris</i> (Sw.) Willd. (1799)                | 46                    |               | 30.00          | 1,380          |
| <i>Pithecellobium keyense</i> Britton (1928)                | 46                    |               | 20.00          | 920            |
| <i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni (1942)           | 183                   |               | 30.00          | 5,490          |
| <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | 732                   | 10            | 50.00          | 37,100         |
| <i>Vitex trifolia</i> L. (1753)                             |                       | 20            | 15.00          | 300            |
| <i>Hymenocallis littoralis</i> (Jacq.) Salisb. (1812)       |                       | 1463          | 5.00           | 7,315          |
| <i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni (1942)           | 3433                  |               | 10.00          | 34,330         |
| <i>Rivina humilis</i> L. (1753)                             | 2289                  | 244           | 5.00           | 12,665         |
| <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | 12589                 | 731           | 15.00          | 199,800        |
|   | <b>21,813</b>         | <b>2,602</b>  | <b>630.00</b>  | <b>369,945</b> |
|   |                       | <b>24,415</b> |                |                |

El resultado de la estimaci3n econ3mica de los productos forestales no maderables es de \$369,945 M.N.

### **II.2.7.3 Valor econ3mico de la fauna**

Para llevar a cabo la valoraci3n econ3mica de la fauna silvestre, se tom3 en cuenta la siguiente informaci3n.

Los valores de uso a su vez se dividen en valor de uso directo, de uso indirecto, valor de opci3n y valor de existencia. El valor de uso directo es el m3s accesible en su concepci3n, debido a que se reconoce de manera inmediata a trav3s del consumo del recurso biol3gico (alimentos, la explotaci3n pesquera, la obtenci3n de carne, pieles y otros productos animales).

El valor de opci3n se refiere al valor de los usos potenciales de los recursos biol3gicos para su utilizaci3n futura directa o indirecta. El valor de existencia es el valor de un bien ambiental simplemente porque existe: este valor es de orden 3tico, con implicaciones est3ticas, culturales o religiosas; sin implicaciones de posesi3n o de uso directo o indirecto de ellos. En cuanto a la fauna silvestre, algunos de los usos que quedan clasificados para 3sta son los siguientes: importancia cultural, caceri3a deportiva, aves canoras y de ornato, propagaci3n y comercio internacional. Para su valoraci3n econ3mica se tomaron como referencia precios consultados en UMA'S, tiendas de mascotas y comentario personal del 3rea de estudio.

En la siguiente tabla se muestran los costos, cabe mencionar que varias especies no presentan registro de precios en el mercado, puesto que no se comercializan, sin embargo, se les asign3 el valor de alguna especie similar en aspecto, con uso potencial de ornato o mascota.

**Tabla II.19.** Valoraci3n econ3mica de la fauna en el pol3gono del proyecto

| <b>Especie</b>                 | <b>ni registrados</b> | <b>Costo unitario (\$)</b> | <b>Costo total (\$)</b> |
|--------------------------------|-----------------------|----------------------------|-------------------------|
| <i>Anolis rodriguezii</i>      | 21                    | 180.00                     | 3,780.00                |
| <i>Anolis sagrei</i>           | 5                     | 239.54                     | 1,197.70                |
| <i>Basiliscus vittatus</i>     | 3                     | 427.75                     | 1,283.25                |
| <i>Cathartes aura</i>          | 2                     | 100.00                     | 200.00                  |
| <i>Catharus ustulatus</i>      | 2                     | 150.00                     | 300.00                  |
| <i>Charadrius melodus</i>      | 3                     | 120.00                     | 360.00                  |
| <i>Ctenosaura similis</i>      | 14                    | 598.85                     | 8,383.90                |
| <i>Cuniculus paca</i>          | 1                     | 400.00                     | 400.00                  |
| <i>Cyanocorax yucatanicus</i>  | 2                     | 500.00                     | 1,000.00                |
| <i>Dendroica magnolia</i>      | 1                     | 100.00                     | 100.00                  |
| <i>Dives dives</i>             | 2                     | 180.00                     | 360.00                  |
| <i>Fregata magnificens</i>     | 16                    | 120.00                     | 1,920.00                |
| <i>Hemidactylus frenatus</i>   | 1                     | 180.00                     | 180.00                  |
| <i>Hirundo sp.</i>             | 5                     | 130.00                     | 650.00                  |
| <i>Icterus cucullatus</i>      | 1                     | 130.00                     | 130.00                  |
| <i>Leptophis mexicanus</i>     | 1                     | 850.00                     | 850.00                  |
| <i>Mimus gilvus</i>            | 1                     | 120.00                     | 120.00                  |
| <i>Myiarchus tyrannulus</i>    | 2                     | 200.00                     | 400.00                  |
| <i>Oporornis philadelphia</i>  | 1                     | 160.00                     | 160.00                  |
| <i>Pandion haliaetus</i>       | 1                     | 5,000.00                   | 5,000.00                |
| <i>Parkesia motacilla</i>      | 1                     | 120.00                     | 120.00                  |
| <i>Parkesia noveboracensis</i> | 1                     | 120.00                     | 120.00                  |
| <i>Pelecanus occidentalis</i>  | 10                    | 800.00                     | 8,000.00                |
| <i>Peromyscus yucatanicus</i>  | 1                     | 100.00                     | 100.00                  |
| <i>Piranga rubra</i>           | 1                     | 400.00                     | 400.00                  |
| <i>Pitangus sulphuratus</i>    | 1                     | 180.00                     | 180.00                  |
| <i>Rhogeessa aeneus</i>        | 1                     | 200.00                     | 200.00                  |
| <i>Senticolis triaspis</i>     | 1                     | 800.00                     | 800.00                  |
| <i>Vireo flavoviridis</i>      | 1                     | 150.00                     | 150.00                  |
| <i>Zenaida macroura</i>        | 1                     | 50.00                      | 50.00                   |
| <b>Costo total=</b>            |                       |                            | <b>\$ 36,894.85</b>     |

La estimaci3n econ3mica de la fauna es de \$ 36,849.85 M.N.



#### II.2.7.4. Valor de la captura de carbono

Para estimar el costo de la captura de carbono en el pol3gono del proyecto, se consider3 el potencial de captura (t C/ha) al a3o, para el tipo de vegetaci3n predominante que es vegetaci3n secundaria arb3rea de selva mediana subperennifolia , en el supuesto de que la totalidad del predio presentara estas condiciones, puesto que no se registraron referencias de captura de carbono para vegetaci3n de matorral costero.

Posteriormente, se consideraron los costos por captura (t C/ha), seg3n el mercado internacional. De acuerdo con el Sistema Electr3nico de Negociaci3n de Derechos de Emisi3n de Di3xido de Carbono (SENDECO<sub>2</sub>, 2015), la media del precio por tonelada de carbono se encuentra estimado a la fecha en 7.32 €.

Para el caso del pol3gono del proyecto , el cual cuenta con vegetaci3n secundaria arb3rea de selva mediana subperennifolia y matorral costero se realiz3 la estimaci3n total de captura de carbono dadas las condiciones actuales tomando en consideraci3n una superficie total con vegetaci3n del pol3gono del proyecto de 1.7550 ha, como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla II.20.** Estimaci3n potencial de secuestro de carbono en el pol3gono del proyecto.

| Tipo de Vegetaci3n  | Potencial de captura de C (t C/ha a3o) | Superficie en el predio del proyecto (ha) | Potencial de secuestro de C (tC/ a3o) del proyecto | % con respeto al total de la microcuenca |
|---|--|---|--|--|
| Vegetaci3n secundaria arb3rea de selva mediana subperenifolia | 164.8                                  | 1.3733                                    | 226.32   | 0.0233                                   |
| Matorral Costero  | 164.8                                  | 0.3817                                    | 62.90  | 0.0064                                   |
| <b>Total</b>  | -                                      | <b>1.7550</b>                             | <b>289.22</b>                                      | <b>0.2979</b>                            |

Por otra parte, se realiz3 la estimaci3n potencial de secuestro de carbono de la superficie que ser3 sometida a cambio de uso de suelo (solo el pol3gono del proyecto), tomando como referencia el factor de potencial de captura para el tipo de vegetaci3n se3alado de 164.8 tC/ha a3o, como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla II. 21** Estimaci3n potencial de secuestro de carbono en la superficie sometida a cambio de uso de suelo del proyecto.

| Tipo de Vegetaci3n  | Potencial de captura de C (t C/ha a3o) | Superficie en el predio del proyecto (ha) | Potencial de secuestro de C (tC/a3o) del proyecto | % con respecto al total de la microcuencia |
|---|--|---|---|--|
| Vegetaci3n secundaria arb3rea de selva mediana subperenifolia | 164.8                                  | 1.3733                                    | 226.31984   | 0.2337                                     |
| Matorral Costero  | 164.8                                  | 0.1950                                    | 32.136  | 0.0033                                     |
| <b>Total</b>  | -                                      | <b>1.5683</b>                             | <b>258.4558</b>                                   | <b>0.237</b>                               |

El resultado de la estimaci3n donde se efectuar3 el Cambio de uso de Suelo en Terrenos Forestales es de un total de 258.4558 toneladas de carbono al a3o, que representa el 0.237% del total del Sistema Ambiental Regional-3rea de estudio (SAR-AE). Por otra parte, considerando un precio de €7.32 por tonelada de carbono (de acuerdo con el Sistema Electr3nico de Negociaci3n de Derechos de Emisi3n de Di3xido de Carbono SENDECO<sub>2</sub>, 2015) y una tasa de cambio de 17.37 pesos mexicanos (Banxico, 2015) por Euro, dicha captura de carbono en t3rminos monetarios equivale a un total de \$32,862.24 por concepto de este servicio ambiental (ver la siguiente tabla).

**Tabla II.22.** Valoraci3n econ3mica de la captura de carbono en el pol3gono de CUSTF del proyecto.

| Potencial de captura por hect3rea (t/ha)* | Superficie con vegetaci3n (ha) | Valor de la tonelada (€) | Tipo de cambio (€) | Total pesos (\$) |
|---|--------------------------------|--------------------------|--------------------|------------------|
| 164.8                                     | 1.5683                         | 7.32                     | 17.37*             | \$32,862.24      |

\*Banxico, al 06 de julio de 2015; <http://www.sendeco2.com/>

### II.2.7.5 Estimaci3n econ3mica de los recursos hidrol3gicos

Para la estimaci3n econ3mica de los recursos hidrol3gicos, se parti3 del volumen calculado de infiltraci3n de agua (m<sup>3</sup>) calculado para el pol3gono del proyecto (ver el cap3tulo IV), en donde se obtuvo que conservando las condiciones actuales del predio el valor de la infiltraci3n es de -10,607.04286 m<sup>3</sup> anuales. Cabe indicar que la tendencia de la infiltraci3n en el predio es negativa, esto dado a que los valores de evapotranspiraci3n obtenidos (ETR), sobrepasan a los valores de precipitaci3n; aunado a ello, el volumen de escurrimiento (Ve) tambi3n implica la perdida de agua que cae en forma de precipitaci3n, y no se ve modificada dicha tendencia por la implementaci3n del proyecto.

En el cap3tulo IV se aborda el tema "Los servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso de suelo propuesto".

En la siguiente tabla se presenta un resumen de los costos obtenidos por cada recurso biol3gico-forestal en el pol3gono del proyecto, para obtener una estimaci3n econ3mica total.

**Tabla II. 23.** Valoraci3n econ3mica de los recursos biol3gico-forestales en el pol3gono del proyecto.

| Recurso biol3gico-forestal                               | Costo (\$)        |
|--|-------------------|
| Recursos forestales maderables                           | 137,381.10        |
| Recursos forestales no maderables (Vegetaci3n)           | 369,945           |
| Fauna silvestre  | 36,849.85         |
| Captura de carbono                                       | 32,862.24         |
| <b>Costo total de los recursos biol3gico-forestales=</b> | <b>577,038.19</b> |

## II.2.8. Operación y mantenimiento

La etapa operativa del proyecto comenzará una vez que se concluya la construcción de los componentes del proyecto, dentro de la cual se pondrá en operación la planta desalinizadora con proceso de osmosis inversa, así como la operación de dos pozos de aprovechamiento y uno de rechazo.

### Planta desalinizadora

Para el abastecimiento de agua al proyecto se prevé la instalación de una planta desalinizadora con proceso de osmosis inversa. El agua salobre requerida para su operación se obtendrá de dos pozos de aprovechamiento, contando cada uno con una bomba sumergible. El contenido de sólidos disueltos totales del agua salobre es superior a 25,00 mg/l.

El agua proveniente de los pozos de aprovechamiento será transportada a través de una línea de conducción hasta el lugar de almacenamiento de agua cruda, desde donde será impulsada por bombeo de realce para entregarla al pretratamiento, donde se separaran los sólidos en suspensión y se les agregara hipoclorito de sodio para eliminar las bacterias y demás microorganismos presentes en el agua, con la presión y volumen requerido.

Después del pretratamiento, el líquido, con una baja presión, pasará a través de un conjunto de filtros multimedia, generalmente de arena y/o sedimentos (turbidez), tras los cuales la mayor parte de la materia en suspensión es retenida, obteniéndose un filtrado de aproximado de 20-30 micrones. El agua obtenida pasará a un tanque regulador que dosificará el caudal para el siguiente filtrado, y así sucesivamente hasta que posteriormente una o dos bombas de alta presión impulsaran el agua hacia las membranas que producirán el agua producto.

El agua dulce obtenida de la planta de 3smosis inversa se ir3 almacenando en un dep3sito para despu3s ser distribuida mediante la red interna del proyecto, y utilizarse en los servicios (ba3os, cocina, albercas, lavander3as, jardines, etc.).

La siguiente tabla muestra las caracter3sticas del pozo de aprovechamiento.

**Tabla II.24.** Caracter3sticas del aprovechamiento de agua (pozos de extracci3n).

| <b>Pozo de Aprovechamiento</b>        |                         |
|---------------------------------------|-------------------------|
| Concentraci3n de sales de Extracci3n  | 36,000 PPM*             |
| Volumen por d3a de extracci3n         | 885,000 lpd (10.24 lps) |
| Volumen de agua de producto           | 500,000 lpd (5.78 lps)  |
| Di3metro de perforaci3n exploratoria: | 10.16 cm                |
| Eficiencia                            | 37.68 %                 |
| Di3metro de la perforaci3n definitiva | 40.64 cm                |
| Di3metro de la tuber3a de ademe (PVC) | 30.48 cm                |
| Tipo de bomba                         | Sumergible (el3ctrica)  |
| Horas de bombeo                       | 20 hrs                  |

\*(PPM) Partes por mill3n

Conforme a lo anterior, el volumen de extracci3n de agua de pozo al d3a ser3 de 885,000 lpd (10.24 lps), y el volumen de agua de producto ser3 de 500,000 lpd (5.78 lps). (ver anexo Memoria b3sica Hotel Riviera Canc3n)

En cuanto a la salmuera, resultante del proceso de osmosis inversa, se tendr3 un volumen de 385,000 lpd (4.46 lps) que ser3 descargada hacia un pozo de descarga (ver siguiente tabla)

**Tabla II.25.** Caracter3sticas de la descarga de agua (pozos de descarga)

| <b>Pozo de Descarga</b>           |                        |
|-----------------------------------|------------------------|
| Concentraci3n de sales de rechazo | 57,923 PPM             |
| Volumen por d3a                   | 385,000 lpd (4.46 lps) |
| Eficiencia                        | 62.31%                 |

---

|                                       |          |
|---------------------------------------|----------|
| Di3metro de la descarga de salmuera   | 2"       |
| Di3metro de la tuber3a de ademe (PVC) | 30.48 cm |

\*La eficiencia se determin3 a partir de las especificaciones del fabricante del equipo.

## II.2.9. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

Como ya fue mencionado, la vida 3til del proyecto se ha estimado en 50 a3os; no obstante, con un mantenimiento adecuado de las instalaciones y obras se podr3 incrementar la vida 3til de manera indeterminada, de modo que se pretende continuar con el aprovechamiento del lugar de manera permanente, efectuando las reparaciones y remodelaciones necesarias en el mediano y largo plazo, o seg3n las necesidades, por ejemplo ante las eventuales afectaciones que se puedan presentar por fen3menos naturales extraordinarios en la zona.

Por lo anterior, no se considera la posibilidad de llegar a una etapa de abandono del proyecto al implementarse un programa de mantenimiento permanentemente.

## II.2.10. Residuos

Los residuos que ser3n generados durante la etapa de preparaci3n del sitio provendr3n de las actividades de desmonte y limpieza del terreno; 3stos una vez triturados se recolectar3n peri3dicamente para ser dispuestos en los sitios destinados para 3reas jardinadas. Asimismo, se generar3 parte del material ed3fico como desecho org3nico, producto de las labores de despalme y nivelaciones, pretendi3ndose utilizar parte del mismo en las porciones bajas del terreno como elemento de nivelaci3n, y otra parte se utilizar3 para la conformaci3n de las 3reas jardinadas del proyecto, sin que se espere tener excedentes.

En general, durante el desarrollo del proyecto, se producir3n otros desechos s3lidos como: envases pl3sticos, papel, cart3n, diversos metales, vidrio y restos de alimentos, como se muestra en la siguiente tabla. Este tipo de residuos ser3n recolectados al interior del 3rea de

construcci3n adem3s de que se contara con 3reas de reciclaje, y un 3rea para almacenamiento temporal sobre el suelo natural, cercado con malla cicl3nica, para tener una mejor disposici3n de los residuos generados durante la etapa de construcci3n del proyecto.

**Tabla II 26.** Generaci3n estimada de residuos no peligrosos.

| Fase en la que se generara | Nombre del residuo    | Tipo de material | Disposici3n temporal  | Disposici3n final           | Generaci3n estimada |
|----------------------------|-----------------------|------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------------|
| Preparaci3n del sitio      | Desechos de alimentos | Org3nico         | Almac3n de materiales | Compostaje                  | 1 - 2 kg/d3a        |
|                            | Pl3stico              | Inorg3nico       | Almac3n de materiales | Reciclaje                   | 1.5 kg/d3a          |
| Construcci3n               | Desechos de alimentos | Org3nico         | Almac3n de materiales | Relleno sanitario municipal | 20 kg/d3a           |
|                            | Pl3stico              | Inorg3nico       | Almac3n de materiales | Reciclaje                   | 12 kg/d3a           |
| Operaci3n y Mantenimiento  | Desechos de alimentos | Org3nico         | Comedores             | Composta                    | 4 - 5 kg/d3a        |
|                            | Chatarra              | Inorg3nico       | Contenedor            | Reciclaje                   | 30 - 40 ton/mes     |
|                            | Pl3stico              | Inorg3nico       | Contenedor            | Reciclaje                   | 10 kg/d3a           |
|                            | Cart3n                | Inorg3nico       | Contenedor            | Reciclaje                   | 15 - 20 kg/d3a      |

Tambi3n se prev3 la generaci3n de residuos peligrosos en las diferentes etapas del proyecto, tales como estopas, residuos de pintura, aceites y grasa etc., se estima una generaci3n de 50 kg/d3a. Este tipo de residuos ser3n confinados temporalmente en contenedores pl3sticos o met3licos, seg3n corresponda, en un sitio destinado para tal efecto (almac3n temporal de residuos peligrosos), con la finalidad de ser entregados peri3dicamente a una compa3a externa especializada para su manejo, traslado, tratamiento y/o disposici3n final de ese tipo de residuos, y que se encuentre debidamente acreditada de acuerdo a la legislaci3n y normatividad ambiental aplicable.

Cabe se1alarse que no se prev3e la generaci3n de alg3n tipo de residuo derivado del mantenimiento de la maquinaria requerida para el proyecto, debido a que 3ste se llevara a cabo en talleres externos, fuera del 3rea del proyecto.

## **II.2.11. Emisiones y descargas**

### **Descargas de aguas residuales**

Las aguas residuales que se generar3n durante las etapas de preparaci3n del sitio y construcci3n, ser3n provenientes de los hidrosanitarios instalados para los trabajadores de la obra. Sin embargo, la empresa que proporcionar3 el servicio de renta y mantenimiento de los sanitarios tambi3n se encargar3 del manejo adecuado de ese tipo de residuos.

Mientras que durante la etapa de operaci3n y mantenimiento del proyecto, las aguas residuales que ser3n generadas se conducir3n a la red de drenaje a cargo de la Comisi3n de agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo (Capanet).

### **II.2.11.1. Emisiones a la atm3sfera y ruido**

#### **Emisiones**

La operaci3n de equipos, motores de combusti3n interna y maquinaria, empleados en la etapa constructiva, generar3n emisiones a la atm3sfera tales como: mon3xido de carbono (CO), hidrocarburos no quemados (HC), 3xidos de nitr3geno (NOx) y 3xidos de azufre (SOx.), por lo que los equipos y maquinaria deber3n contar con el mantenimiento preventivo suficiente a fin de garantizar un funcionamiento adecuado y minimizar las emisiones a la atm3sfera.

En las etapas de preparaci3n del sitio y construcci3n, las actividades relacionadas con el suministro de materiales para la construcci3n, y el retiro de desechos del desmonte y sobrantes de construcci3n, etc., generar3n polvos por el movimiento de tierras y residuos,



---

para lo cual se contempla el uso de tolvas y lonas para evitar la p3rdida de materiales durante el transporte, as3 como riegos para el humedecimiento del material.

## Ruido

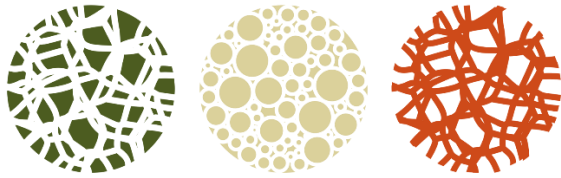
El funcionamiento de equipos y maquinaria, y el movimiento y traslado de materiales y residuos de obra, durante las etapas de preparaci3n y construcci3n del proyecto, generar3 ruido, y para prevenir afectaciones al medio circundante y minimizar los niveles de ruido, se deber3n respetar horarios de trabajo, as3 como dar mantenimiento preventivo al equipo y maquinaria que ser3 utilizada, consider3ndose adem3s utilizar equipos en buenas condiciones mec3nicas y estructurales. Se prev3 que no se rebasar3n los l3mites permisibles establecidos en el punto 5.4 de la NOM-081-SEMARNAT-1994. Los camiones de carga deber3n contar con un mantenimiento continuo con el fin de no rebasar los l3mites m3ximos permisibles de acuerdo a la siguiente tabla.

Las emisiones de ruido se generar3n 3nicamente durante las jornadas laborales, las cuales no deber3n rebasar de 12 horas.

**Tabla II. 27.** L3mites m3ximos permisibles de ruido en veh3culos pesados.

| Peso bruto vehicular (kg)   | L3mites m3ximos permisibles dB (A) |
|-----------------------------|------------------------------------|
| Hasta 3,000                 | 79                                 |
| M3s de 3,000 y hasta 10,000 | 81                                 |
| M3s de 10,000               | 84                                 |

Fuente: Elaboraci3n propia con datos proporcionados por el promovente.



---

qvgesti3nambiental

## Capítulo III

*Vinculaci3n de Instrumentos de planeaci3n y ordenamientos jur3dicos aplicables.*





## 3ndice

|  |    |
|--|----|
| III. VINCULACI3N CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACI3N Y ORDENAMIENTOS JUR3DICOS APLICABLES. ....   | 5  |
| III.1 Introducci3n. ....   | 5  |
| III.2 Instrumentos Normativos. ....  | 7  |
| III.2.1 Introducci3n de legislaci3n ambiental. ....  | 7  |
| III.2.2 Ley General del Equilibrio Ecol3gico y la Protecci3n al Ambiente. ....   | 7  |
| III.2.3 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecol3gico y la Protecci3n al Ambiente en Materia de Evaluaci3n del Impacto Ambiental. ....                   | 9  |
| III.2.4 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. ....   | 10 |
| III.2.5 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. ....  | 11 |
| III.2.6. Ley General para la Prevenci3n y gesti3n Integral de los Residuos. ....   | 12 |
| III.2.7. Reglamento de la Ley General para la Prevenci3n y gesti3n Integral de los Residuos. ....  | 14 |
| III.2.8. Ley General de Vida Silvestre. ....   | 15 |
| III.2.9 Ley General de Cambio Clim3tico. ....  | 17 |
| III.2.10 Reglamento de la Ley General de Cambio Clim3tico en Materia del Registro Nacional de Emisiones. ....  | 18 |
| III.2.11 Ley de Aguas Nacionales. ....   | 20 |
| III.2.12 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales. ....  | 21 |
| III.2.13 Ley General de Bienes Nacionales. ....  | 21 |
| III.2.14. Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, v3as navegables, playas, zona federal mar3tima terrestre y terrenos ganados al mar. .... | 22 |
| III.3 3reas Naturales Protegidas. ....   | 22 |
| III.3.1 3reas Naturales Protegidas de competencia federal. ....  | 22 |
| III.3.2 3reas Naturales Protegidas de competencia estatal. ....  | 32 |
| III. 4 Sitio de RAMSAR. ....   | 33 |
| III.4.1 Convenci3n de RAMSAR. ....   | 39 |
| III.5 Instrumentos de Planeaci3n. ....   | 42 |



|   |     |
|---|-----|
| III.5.1. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.....   | 43  |
| III.5.2 Plan Estatal de Desarrollo de Quintana Roo 2011-2016.....   | 44  |
| III.5.3 Programa de Ordenamiento Ecol3gico Marino y Regional del Golfo de M3xico y<br>Mar Caribe .....  | 48  |
| III.5.4 Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Poblaci3n Canc3n (PDUCP-<br>Canc3n), municipio Benito Ju3rez, Quintana Roo (2014-2030). ..... | 73  |
| III.5.5 Programa de Ordenamiento Ecol3gico Local del municipio de Benito Ju3rez. .  | 99  |
| III.6 Normas Oficiales Mexicanas.....   | 125 |

### III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.

#### III.1 Introducción.

Con fecha 22 de diciembre de 2010, se emitió el **Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal [...]**, con el objetivo de beneficiar a los interesados al simplificar y unir los trámites, y tiempos de respuesta, en torno a las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia de cambio de uso de suelo forestal, para lo cual se requiere presentar lo que se ha denominado **Documento Técnico Unificado (DTU)**<sup>1</sup>.

Ahora bien, el *Acuerdo* por el que se unifican los trámites de evaluación de impacto ambiental y de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, prevé dos modalidades para el DTU.

La Modalidad A, relativa a la autorización en materia de impacto ambiental para las obras o actividades descritas sólo en la fracción VII del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), y el correspondiente a la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales previsto en el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS). Esto es, mediante esta modalidad se evalúa únicamente el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y su impacto ambiental.

---

<sup>1</sup> Documento Técnico Unificado, el que integra la manifestación de impacto ambiental, en sus modalidades regional o particular, señaladas en los artículos 12 y 13 del REIA, con el Estudio Técnico Justificativo señalado en el artículo 121 del Reglamento de la LGDFS. Acuerdo publicado en el D.O.F el 22 de diciembre de 2010.

La Modalidad B, corresponde a la autorizaci3n de las obras y actividades se1aladas en la fracci3n VII m3s las descritas en cualquier otra fracci3n del art3culo 28 de la LGEEPA, excepto la prevista en la fracci3n V del mismo art3culo, y el tr3mite de autorizaci3n de cambio de uso de suelo en terrenos forestales previstos en el art3culo 117 de la LGDFS. Lo que implica que a trav3s de esta modalidad se eval3an los impactos ambientales derivados del cambio de uso de suelo en terrenos forestales y de las obras o actividades del proyecto que requieren de autorizaci3n.

El proyecto entra en la modalidad B, del Documento T3cnico Unificado donde se realizaran cambios de uso de suelo, as3 como la evaluaci3n de obras de competencia federal, para la ejecuci3n de las obras manifestadas se tiene lo siguiente:

El sembrado de edificios en conjunto del lote es el siguiente:

- Un edificio principal de un solo cuerpo con 16 niveles, dos bares acu3ticos, un miniclub, 3 vestidores y toallero con caseta de animaci3n.
- Entre el edificio principal y la playa se encuentra un conjunto de 3 albercas y lateral al edificio principal la alberca de ni1os con equipamiento de juegos infantiles.
- Las 3reas abiertas abarcar3n:
  - 3reas jardinadas
  - Cuatro piscinas y un asoleadero permeable
  - Las escaleras y rampa de madera y banquetas
  - El acceso y calles permeables

## **III.2 Instrumentos Normativos.**

### **III.2.1 Introducción de legislación ambiental.**

En materia ambiental, el artículo 27 Constitucional establece que la Nación tendrá en todo tiempo el derecho de dictar las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico.

Por su parte, el Artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente prevé un procedimiento de evaluación del impacto ambiental a través del cual se establecen las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente.

Para ello, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las obras o actividades listadas en dicho ordenamiento, como lo es en el presente caso, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental.

### **III.2.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.**

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental establecen que el uso de suelo deberá ser compatible con su vocación natural y que al hacer uso de él no se deberá alterar el equilibrio de los ecosistemas. En este sentido el proyecto respetará en todo



momento, el uso de suelo de acuerdo a lo establecido en los instrumentos de Planeación de Desarrollo Urbano, así como del Ordenamiento Ecológico vigente en la zona del proyecto (en las secciones posteriores del presente capítulo, se evidenciará el cumplimiento del proyecto con respecto a los instrumentos de planeación de desarrollo urbano y ordenamiento).

**Tabla III.1** Artículos de la LGEEPA aplicables para el desarrollo del proyecto.

| Artículo  | Vinculación con el proyecto   |
|---|---|
| <p><b>Artículo 28.</b> <i>...quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental:</i></p> <p>...</p> <p><i>VII.- Cambios de uso de suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.</i></p> <p>...</p> <p><i>IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros</i></p>  | <p>Las obras y actividades que se pretende desarrollar por el proyecto se ubicarán en un ecosistema costero y requieren el cambio de uso de suelo forestal, razón por la que se somete al procedimiento de evaluación del impacto ambiental para la obtención de la autorización correspondiente previamente a su realización.</p>  |
| <p><b>Artículo 30.</b> <i>Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.</i></p> <p>...</p> | <p>El proyecto se ajusta al precepto establecido en el artículo en cita, ya que para obtener la autorización en materia de impacto ambiental, se ha presentado el Documento Técnico Unificado, en el que se ha incluido una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por el desarrollo de la obra, así como las estrategias ambientales definidas como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.</p> |

### III.2.3 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

En concordancia con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente se ha vinculado el proyecto con los siguientes artículos del su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

**Tabla III.2** Artículos del REIA aplicables para el desarrollo del proyecto.

| Artículo  | Vinculación con el proyecto   |
|---|---|
| <p><b>Artículo 5.</b> <i>Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:</i></p> <p>...</p> <p><b>O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS</b></p> <p>....</p> <p><b>Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS:</b></p> <p><i>Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecte ecosistemas costeros.</i></p> | <p>Como se ha mencionado con anterioridad el desarrollo del proyecto requiere del cambio de uso de suelo forestal y se realizará en un ecosistema costero por lo que se actualizan los supuestos jurídicos para requerir autorización en materia de impacto ambiental.</p>  |
| <p><b>Artículo 14.-</b> <i>Cuando la realización de una obra o actividad que requiera sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental involucre, además, el cambio de uso del suelo de áreas forestales y en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto ambiental que incluya la información relativa a ambos proyectos.</i></p>   | <p>Este supuesto jurídico se actualiza con el proyecto, pues como se ha venido mencionando son obras y actividades que llevarán a cabo en ecosistema costero que requieren el cambio de usos de suelo forestal, razón por la que se presenta ante la autoridad el Documento Técnico Unificado, trámite también reconocido por el “Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal...”</p> |

## II.2.4 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

El presente Documento Técnico Unificado, incluye el Estudio Técnico Justificativo, en virtud de que el proyecto requiere de la autorización de cambio de uso de suelo de terrenos forestales, razón por la que se ha vinculado con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

**Tabla III.3** Artículo de la LGDFS aplicable para el desarrollo del proyecto.

| Artículo   | Vinculación con el proyecto   |
|--|---|
| <p><b>Artículo 117.</b> <i>La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. Estos estudios se deberán considerar en conjunto y no de manera aislada.</i></p> <p><i>En las autorizaciones de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, la autoridad deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las propuestas y observaciones planteadas por los miembros del Consejo Estatal Forestal.</i></p> <p><i>No se podrá otorgar autorización de cambio de uso de suelo en un terreno incendiado sin que hayan pasado 20 años, a menos que se acredite fehacientemente a la Secretaría que el ecosistema se ha regenerado totalmente, mediante los mecanismos que para tal efecto se establezcan en el reglamento correspondiente.</i></p> <p><i>Las autorizaciones que se emitan deberán atender lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamiento ecológico correspondiente, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.....”</i></p> | <p>Mediante la presentación del Documento Técnico Unificado, el cual contiene el Estudio Técnico Justificativo, se solicita la autorización de cambio de uso de suelo forestal, por lo que el proyecto se ajusta al supuesto jurídico que se cita, no obstante que se demuestra que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación, así como tampoco se trata de un terreno incendiado.</p> |

### III.2.5 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

El presente Reglamento es aplicable al proyecto, pues como ya se ha mencionado se pretende llevar a cabo el cambio de uso, en consecuencia el proyecto se encuentra sujeto a la siguiente disposici3n jur3dica:

**Tabla III.4** Art3culo del Reglamento de la LGDFS aplicable para el desarrollo del proyecto.

| Art3culo  | Vinculaci3n con el proyecto   |
|---|---|
| <p><b>Art3culo 120.</b> <i>Para solicitar la autorizaci3n de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, el interesado deber3 solicitarlo mediante el formato que expida la Secretar3a, el cual contendr3 lo siguiente:</i></p> <p><i>I. Nombre, denominaci3n o raz3n social y domicilio del solicitante;</i></p> <p><i>II. Lugar y fecha;</i></p> <p><i>III. Datos de ubicaci3n del predio o conjunto de predios, y</i></p> <p><i>IV. Superficie forestal solicitada para el cambio de uso del suelo y el tipo de vegetaci3n por afectar. Junto con la solicitud, deber3 presentarse el estudio t3cnico justificativo, as3 como copia simple de la identificaci3n oficial del solicitante y original o copia certificada del t3tulo de propiedad debidamente inscrita en el registro p3blico que corresponda o en su caso, del documento que acredite la posesi3n o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, as3 como copia simple para su cotejo. Trat3ndose de ejidos o comunidades agrarias deber3 presentarse original o copia certificada del acta de asamblea en la que conste el acuerdo de cambio de uso de suelo en el terreno respectivo, as3 como copia simple para su cotejo.</i></p> | <p>El proyecto se ajusta a dicha disposici3n, dando cumplimiento a los requisitos que en 3sta se expresan mediante la presentaci3n del Documento T3cnico Unificado.</p> |

### III.2.6. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

La vinculación de esta Ley con el proyecto sujeto a evaluación en sus diferentes etapas de desarrollo, parte de la prevención, de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, así como de prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación si fuera el caso.

**Tabla III.5** Artículos de la LGPGIR aplicables para el desarrollo del proyecto.

| Artículo   | Vinculación con el proyecto   |
|--|---|
| <p><b>Artículo 16.</b> <i>La clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.</i></p>                                  | <p>Se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos en el que se incluye el manejo de residuos peligrosos, las acciones de identificación y clasificación de residuos peligrosos generados durante el desarrollo de las diversas obras manifestadas y acorde a la normatividad aplicable, dando así cumplimiento a dicha disposición.</p>   |
| <p><b>Artículo 40.-</b> <i>Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.</i></p> <p><i>En las actividades en las que se generen o manejen residuos peligrosos, se deberán observar los principios previstos en el artículo 2 de este ordenamiento, en lo que resulten aplicables.</i></p> | <p>Para el cumplimiento de dicho artículo, dentro de las acciones ambientales se ha considerado implementar un Programa de Manejo Integral de Residuos Peligrosos, el cual se ha realizado en observancia de la normatividad y legislación aplicable, a fin de prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente el cual está incluido en el presente Documento Técnico Unificado.</p> |
| <p><b>Artículo 41.-</b> <i>Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.</i></p>  | <p>El proyecto que se conforma por diversas actividades, que podrán generar residuos peligrosos en cantidades mínimas, por lo que el promovente en observancia de lo dispuesto en dicho artículo será responsable de un manejo adecuado y ambientalmente seguro conforme a lo establecido en la legislación aplicable.</p>  |

|   |   |
|---|---|
| <p><b>Artículo 42.-</b> <i>Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.</i></p> <p><i>La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.</i></p> <p><i>Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.</i></p> | <p>En observancia de dicho artículo, para la ejecución del Programa de Manejo de Integral de Residuos, la empresa promovente contempla la contratación de empresas prestadoras de servicio para la recolección, transporte, tratamiento y/o disposición final de los residuos, para lo cual se cerciorará que dichas empresas cuenten con las autorizaciones respectivas por las autoridades competentes.</p> |
| <p><b>Artículo 54.-</b> <i>Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales.</i></p> <p><i>La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.</i></p>   | <p>La identificación y clasificación de residuos peligrosos generados durante el desarrollo de las diferentes obras sujetas a evaluación, se llevarán acorde a la normatividad aplicable y atendiendo a dicho artículo.</p>   |

### III.2.7. Reglamento de la Ley General para la Prevenci3n y gesti3n Integral de los Residuos.

Este reglamento es vinculante con el proyecto en cuanto a la identificaci3n, y manejo integral de los residuos peligrosos a generar en sus diferentes etapas. De la Identificaci3n de los residuos peligrosos, se establece lo siguiente:

**Tabla III.6** Art3culos del Reglamento de la LGPGIR aplicables para el desarrollo del proyecto.

| Art3culo  | Vinculaci3n con el proyecto   |
|---|---|
| <p><b>Cap3tulo IV, Criterios de Operaci3n en el Manejo Integral de Residuos Peligrosos</b></p> <p><b>Art3culos 82, 83 y 84, de la Secci3n I, Almacenamiento y centros de acopio de residuos peligrosos.</b></p> | <p>Durante el desarrollo del proyecto se tiene destinado un 3rea de almacenamiento temporal de los residuos dentro del predio conforme a las caracter3sticas y especificaciones establecidas</p>  |
| <p><b>Art3culos 85 y 86, de la Secci3n II, Recolecci3n y Transporte de Residuos Peligrosos</b></p>  | <p>Para las actividades de recolecci3n y transporte externo de los residuos, 3sta se llevar3 a cabo a trav3s de una empresa prestadora de servicios de la que se cerciorar3 la promovente que cuente con la autorizaci3n correspondiente para prestar los mismos.</p> |
| <p><b>Art3culos 87 y 88, de la Secci3n III, Reutilizaci3n, reciclaje y co-procesamiento</b></p>   | <p>Dichas disposiciones resultan aplicables para su observancia y cumplimiento por la empresa prestadora de servicios que en su momento se contrate por el promovente del proyecto.</p>   |
| <p><b>Art3culo 90, de la Secci3n IV, Tratamiento de residuos peligrosos</b></p>   | <p>El tratamiento de residuos peligrosos se llevar3 a cabo de acuerdo a las disposiciones reglamentarias y normativas aplicables, as3 como los criterios que de esta ley emanen, a trav3s de la empresa prestadora de servicios debidamente acreditada.</p>           |
| <p><b>Art3culos 91,92, 93, 94, 95, 96, 97, 98 y 99, de la Secci3n V, Disposici3n final de residuos peligrosos</b></p>   | <p>La empresa que preste sus servicios durante las etapas de desarrollo del proyecto, deber3 darle una disposici3n final a los residuos que se generen, en cumplimiento de las disposiciones jur3dicas citadas.</p>   |

### III.2.8. Ley General de Vida Silvestre.

Dadas las características ambientales que prevalecen en el sitio del proyecto que nos ocupa (Sistemas de Humedales con manglar), se hará énfasis del Artículo 60 Ter de la presente Ley, adicionado el 1 de febrero de 2007, citándolo a continuación:

**Tabla III.7** Artículo de LGVS aplicable para el desarrollo del proyecto.

| Artículo   | Vinculación con el proyecto   |
|--|---|
| <p><i>“Artículo 60 TER.- Queda prohibida la remoción, relleno, transplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.</i></p> <p><i>Se exceptuarán de la prohibición a que se refiere el párrafo anterior las obras o actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar.”</i></p> | <p>En primer lugar es importante mencionar que el proyecto no incide de manera directa sobre algún humedal, ni mucho menos contempla la remoción, relleno, transplante o poda de manglar.</p> <p>Adicionalmente en el desarrollo del proyecto no se tendrá afectación al flujo hidrológico y ni al flujo subterráneo del manglar, tal como se describe en el Capítulo IV del presente Documento Técnico Unificado y no habrá afectación al ecosistema de humedal colindante, así como tampoco a la zona marítima adyacente; asimismo, no se afectarán los servicios ecológicos que nos brinda este ecosistema.</p> <p>En virtud de lo antes expuesto, se define que el proyecto respetará en todo momento la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema, así como la zona de influencia, su productividad natural, zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje de especies de fauna silvestre.</p> <p>No se omite señalar, que conforme a la ubicación del predio (Ver Mapa de la Figura III.1), en su parte noreste, se presenta una franja de individuos y manchones aislados de manglar, <b><u>haciéndose énfasis en que no se afectarán estas zonas de humedal y no habrá desmonte de vegetación de manglar</u></b>; cuya distancia respecto del predio del proyecto es de 14.3 m y no 100 m, como lo prevé la especificación 4.16 de la NOM 022-SEMARNAT-2003, razón por la que se ha considerado la especificación 4.43, que establece que <b><i>“los límites establecidos en los numerales 4.14 y 4.16 podrán exceptuarse siempre que el informe preventivo o en la manifestación de impacto ambiental, según sea el caso, se establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso de</i></b></p> |



| Artículo | Vinculación con el proyecto   |
|----------|---|
|          | <p><b><i>suelo correspondiente</i></b>.</p> <p>Bajo este supuesto, se propone la implementación de un Programa de Compensación en Beneficio de los Humedales (ver Capítulo VII del presente DTU), cuyo objeto será compensar, proteger y como consecuencia mejorar las condiciones del humedal.</p> <p>De lo anterior, se concluye, que el proyecto cumple con lo establecido en el Artículo 60 Ter, de la Ley General de Vida Silvestre.</p> |



Figura III. 1. Mapa de ubicación del predio con respecto a la vegetación de mangle y su distancia.

### III.2.9 Ley General de Cambio Climático

El cambio de clima en la Tierra es resultado del uso intensivo de la atmósfera terrestre como vertedero de emisiones de gases de efecto invernadero. El problema consiste en que los volúmenes de éstos, especialmente del bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) durante los últimos ciento cincuenta años de industrialización, superan las capacidades de captura de la biosfera. De esta forma, las concentraciones de CO<sub>2</sub> han pasado de 270ppm (partes por millón) antes de la revolución industrial, a más de 380ppm en la actualidad, la más alta concentración registrada durante los últimos 650 mil años.

De manera que esta gran concentración ha provocado, entre otras cosas, que se eleve la temperatura media global y el nivel del mar, tanto por dilatación térmica como por derretimiento de los hielos en polos y glaciares.

La Ley General de Cambio Climático fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012 y en observancia de la misma se ha vinculado el proyecto con las disposiciones legales siguientes:

**Tabla III.8** Artículos de LGCC aplicables en el desarrollo del proyecto.

| Artículo   | Vinculación con el proyecto  |
|--|--|
| <p><b>Artículo 28.</b> <i>La federación, las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus competencias, deberán ejecutar acciones para la adaptación en la elaboración de las políticas, la Estrategia Nacional, el Programa y los programas en los siguientes ámbitos:</i></p> <p><i>IV. Ecosistemas y biodiversidad, en especial de zonas costeras, marinas, de alta montaña, semiáridas, desérticas, recursos forestales y suelos;</i></p> | <p>Como se observa en dicha disposición legal, corresponde a las autoridades en el ámbito de su competencia ejecutar las acciones necesarias para la política nacional de adaptación frente al cambio climático por cuanto hace a ecosistemas y biodiversidad.</p>   |
| <p><b>Artículo 88.</b> <i>Las personas físicas y morales responsables de las fuentes sujetas a reporte están obligadas a proporcionar la información, datos y documentos necesarios sobre sus emisiones directas e indirectas para la integración del Registro.</i></p>  | <p>Durante el desarrollo del proyecto, se generarán emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero por la operación de motores de combustión interna pertenecientes al uso de maquinaria, generación que será de forma temporal y no permanente y que en caso de ser necesario, considerando las emisiones que se pudieran generar, serán reportados ante el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC).</p> |

### **III.2.10 Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones**

El Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 28 de octubre del 2014, mismo que se ha considerado en la presente vinculación.

**Tabla III.9** Artículo del Reglamento de la LGCC aplicable para el desarrollo del proyecto.

| Artículo   | Vinculación con el proyecto  |
|--|--|
| <p><b>Artículo 4.</b> Las actividades que se considerarán como Establecimientos Sujetos a Reporte agrupadas dentro de los sectores y subsectores señalados en el artículo anterior, son las siguientes:</p> <p><b>VI.</b> Sector Comercio y Servicios:</p> <p><b>e.</b> Subsector turismo:</p> <p><b>e.1.</b> Hoteles, moteles y similares;</p> <p>(...)</p> <p>Las actividades agrupadas a los sectores transporte, agropecuario, residuos y de comercio y servicios a que se refieren las fracciones II, IV, V y <b>VI</b> del presente artículo, calcularán y reportarán sus Emisiones considerando todas las instalaciones, sucursales, locales, lugares donde se almacenen mercancías y en general cualquier local, instalación o sitio que utilicen para el desempeño de sus actividades.</p> <p>La Secretaría, mediante Acuerdo que publique en el Diario Oficial de la Federación podrá definir aspectos técnicos que permitan identificar a detalle las actividades específicas que, conforme al presente artículo, se consideran como Establecimientos Sujetos a Reporte, aun cuando, conforme a otras disposiciones jurídicas, no estén obligadas a proporcionar información sobre sus Emisiones o descargas a través de la Cédula de Operación Anual ante la Secretaría, pero que en su realización emitan, de manera directa o indirecta, Gases o Compuestos de Efecto Invernadero.</p> | <p>Para el cumplimiento de esta disposición, y tal como se ha mencionado con anterioridad, en caso de que sea necesaria la presentación del reporte correspondiente ante el INECC, éste se realizará por el número de emisiones que puedan generarse durante el desarrollo del proyecto.</p> |

### III.2.11 Ley de Aguas Nacionales

El proyecto se ha vinculado con los artículos de dicha Ley, considerando que para su desarrollo se pretende el uso de pozos de extracción y de rechazo de agua salobre.

**Tabla III.10** Artículos de Ley de Aguas Nacionales aplicables en el desarrollo del proyecto.

| Artículo   | Vinculación con el proyecto   |
|--|---|
| <p><b>Artículo 20.-</b> (...) <i>La explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales por parte de personas físicas o morales se realizará mediante concesión otorgada por el Ejecutivo Federal a través de "la Comisión" por medio de los Organismos de Cuenca, o por ésta cuando así le competa, de acuerdo con las reglas y condiciones que establece esta Ley, sus reglamentos, el título y las prórrogas que al efecto se emitan.</i></p>  | <p>Para el caso de los pozos de extracción que se tienen considerados en el proyecto se tramitará ante la CONAGUA la concesión correspondiente, con la finalidad de dar cumplimiento a este artículo.</p> |
| <p><b>ARTÍCULO 28.</b> <i>Los concesionarios tendrán los siguientes derechos:</i></p> <p><i>I. Explotar, usar o aprovechar las aguas nacionales y los bienes a que se refiere el Artículo 113 de la presente Ley, en los términos de la presente Ley y del título respectivo;</i></p> <p><i>II. Realizar a su costa las obras o trabajos para ejercitar el derecho de explotación, uso o aprovechamiento del agua, en los términos de la presente Ley y demás disposiciones reglamentarias aplicables;</i></p> <p><i>III. Obtener la constitución de las servidumbres legales en los terrenos indispensables para llevar a cabo el aprovechamiento de agua o su desalojo, tales como la de desagüe, de acueducto y las demás establecidas en la legislación respectiva o que se convengan;</i></p> | <p>Considerando que actualmente el promovente del proyecto aún no cuenta con el título de concesión, no cuenta con los derechos citados en esta disposición legal.</p>                                    |

### III.2.12 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.

**Tabla III.11** Artículo del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales aplicable para el desarrollo del proyecto.

| Artículo  | Vinculación con el proyecto   |
|---|---|
| <p><b>ARTICULO 135.-</b> <i>Las personas físicas o morales que efectúen descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores a que se refiere la "Ley", deberán:</i></p> <p><i>I. Contar con el permiso de descarga de aguas residuales que les expida "La Comisión", o en su caso, presentar el aviso respectivo a que se refiere la "Ley" y este Reglamento;</i></p> <p><i>II. Tratar las aguas residuales previamente a su vertido a los cuerpos receptores, cuando esto sea necesario para cumplir con las obligaciones establecidas en el permiso de descarga correspondiente;</i></p> <p><i>III. Cubrir, cuando proceda, el derecho federal por el uso o aprovechamiento de bienes del dominio público de la Nación como cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales;</i></p> <p><i>IV. Instalar y mantener en buen estado, los dispositivos de aforo y los accesos para muestreo que permitan verificar los volúmenes de descarga y las concentraciones de los parámetros previstos en los permisos de descarga;</i></p> | <p>Las aguas residuales que se generarán durante las etapas de preparación del sitio y construcción, serán provenientes de los hidrosanitarios instalados para los trabajadores de la obra. Sin embargo, la empresa que proporcionará el servicio de renta y mantenimiento de los sanitarios también se encargará del manejo adecuado de ese tipo de residuos.</p> <p>Mientras que durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, las aguas residuales que serán generadas se conducirán a la red de drenaje a cargo de la Comisión de agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo (Capanet), razón por la que este artículo no aplica al proyecto.</p> <p>Ahora bien, en observancia de dicho artículo el proyecto considera el uso de un pozo de rechazo para agua salobre, razón por la que el promovente del proyecto tramitará el permiso de descarga de aguas residuales ante la CONAGUA.</p> |

### III.2.13 Ley General de Bienes Nacionales

Atendiendo a que aún y cuando el proyecto considera la realización de obras y actividades en un ecosistema costero, no pretende llevar a cabo ningún aprovechamiento o explotación u obra en la zona federal marítimo terrestre, por las razones explicadas en la sección de densidad conforme al Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún (PDUCP-Cancún), razón por la cual el proyecto no se ha vinculado con la presente Ley, no sin el conocimiento que cualquier trámite relacionado con este Bien Nacional debe ser realizado ante las Unidades Administrativas correspondientes de la SEMARMAT.

### **III.2.14. Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítima terrestre y terrenos ganados al mar.**

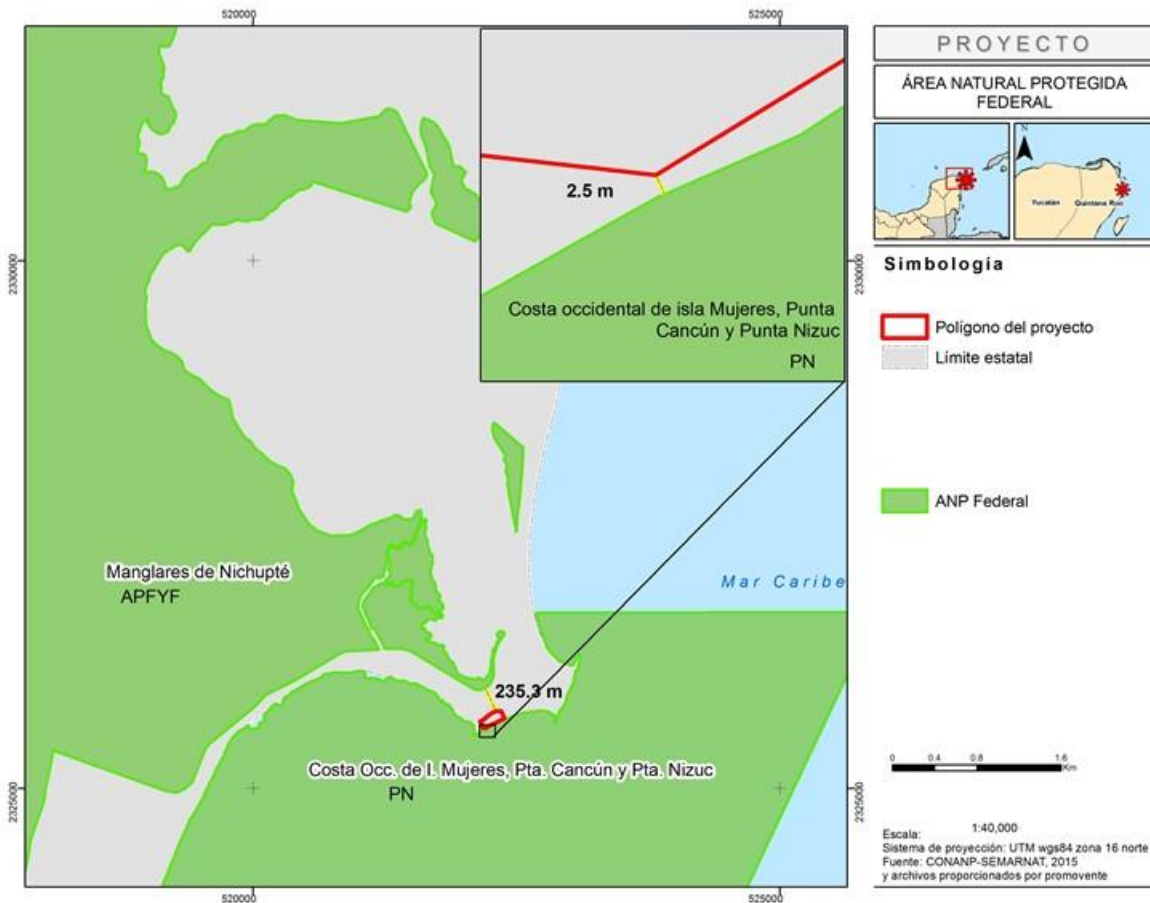
Como se ha mencionado con anterioridad, el proyecto no pretende el aprovechamiento o explotación u obras de la zona federal marítimo terrestre, razón por la cual no se ha vinculado con las disposiciones jurídicas de este reglamento.

## **III.3 Áreas Naturales Protegidas**

### **III.3.1 Áreas Naturales Protegidas de competencia federal.**

En el Estado de Quintana Roo existen ANP’s con diversas categorías de competencia federal como son tres Parques Nacionales y un Área de Protección de Flora y Fauna; **específicamente el sitio donde se ubican las obras y actividades del proyecto, NO se ubica dentro de dichas Áreas Naturales Protegidas**, lo cual se puede corroborar en el siguiente mapa:





**Figura III.2** Áreas Naturales Protegidas Federales cercanas al sitio del proyecto.

Se aprecia que el ANP Federal, denominada “Área de Protecci3n de Flora y Fauna Manglares de Nichupt3”, se localiza a una distancia de 235.3 metros del proyecto, y entre este y la mencionada ANP existe actualmente una calle pavimentada, un 3rea de servicios para transportes tur3sticos, una cerca y zonas que se usaron de almacenaje por terceros no relacionados al proyecto y consecuentemente presentan vegetaci3n de perturbaci3n.

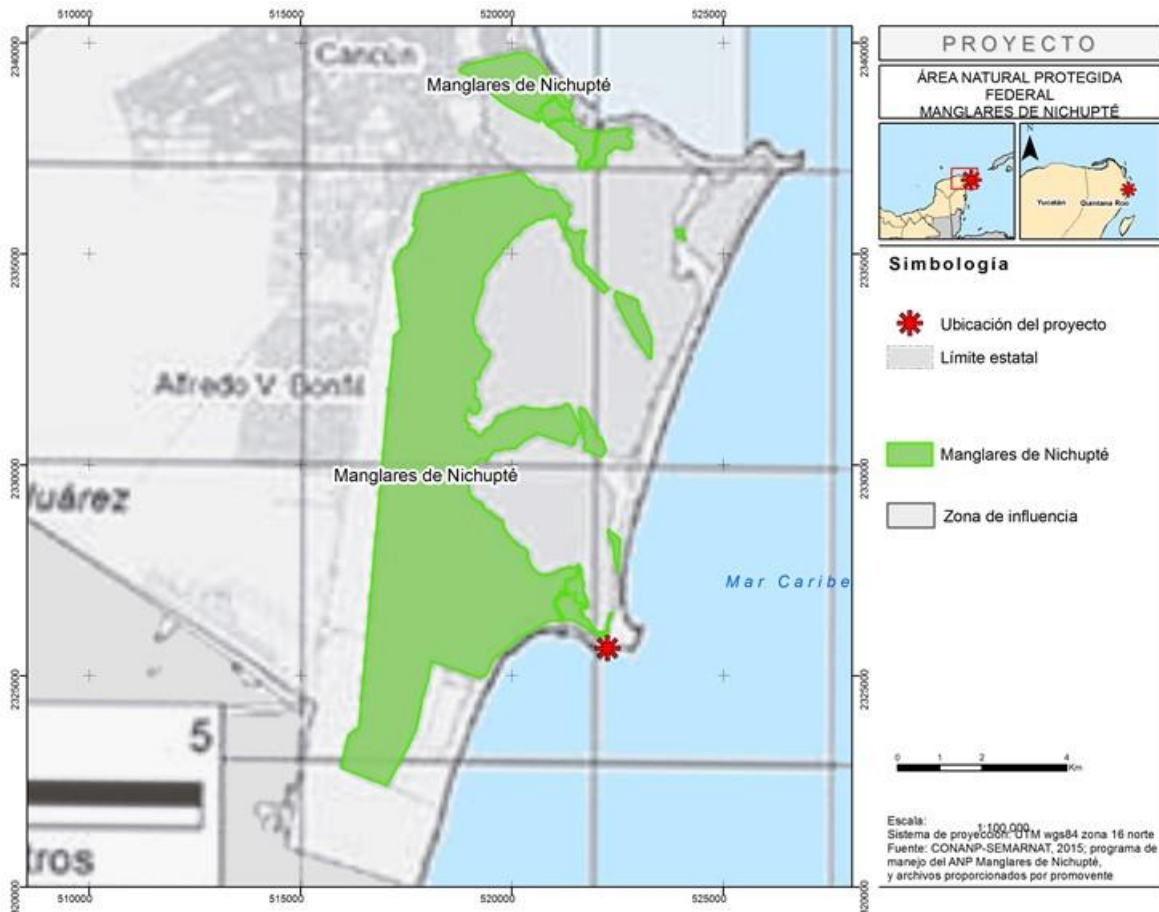
Por otra parte, el sitio del proyecto se encuentra pr3ximo del ANP denominada “Parque Marino Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Canc3n y Punta Nizuc”, aunque se debe se3alarse claramente que **NO se ubica dentro de esta ANP**, y aunque conforme el sistema de informaci3n geogr3fica se reporta una distancia de 2.5 metros, es importante



señalar que la zona de cercanía se localiza en la porción terrestre de la poligonal de la ANP. Esta distancia además, es relativa, ya que como se describió en el Capítulo II del presente DTU, el proyecto no pretende desarrollar obra en la zona federal marítimo terrestre y la zona rocosa contigua, por lo que la distancia es mayor a lo reportado en términos geográficos. Adicionalmente, es relevante evidenciar que el proyecto no comprende obras dentro de la superficie marina del “Parque Marino Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc”, por lo que no hay relación directa entre el objeto de conservación del ANP y las obras y actividades del proyecto.

El Área Natural Protegida *Manglares de Nichupté*, destaca por sus características ambientales, cuya zona es importante por la diversidad de ecosistemas acuáticos y terrestres, incluyendo vegetación de tipo selva baja caducifolia, manglar, tular y petenes, en la que además se encuentran cuerpos de aguas nacionales como las lagunas denominadas El Amor y El Río Inglés, así como diversos manantiales, por lo que se considera necesaria su protección de manera integral a fin de garantizar la continuidad de los procesos ecológicos que se desarrollan en la misma. En dicha zona se encuentran especies de flora y fauna endémicas, amenazadas, sujetas a protección especial o en peligro de extinción, enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Al respecto y tal como ya se manifestó, **el proyecto se encuentra fuera del área de aplicación del decreto de la poligonal del ANP en comento.** Por otra parte, el decreto sugiere un Área de Influencia fuera del polígono decretado, que no representa en sí mismo parte del área de regulación conforme al mismo decreto que da origen al ANP. Sin embargo, y para efectos de evidenciar que el proyecto no contraviene ninguna de las regulaciones derivadas del decreto del ANP en comento, se presenta gráficamente esta cercanía (Ver Figura III.3).



**Figura III.3** Ubicaci3n del proyecto en el 3rea de Influencia de ANP “Manglares de Nichupt3”.

Para continuar en este contexto, se realiz3 el an3lisis de vinculaci3n jur3dica desde la perspectiva del Programa de Manejo en el que, se ha definido como Zona de Influencia:

*La Zona de Influencia del 3rea de Protecci3n de Flora y Fauna Manglares de Nichupt3 est3 constituida por la superficie aleda1a a su poligonal que mantiene una estrecha interacci3n social, econ3mica y ecol3gica con 3sta. Abarca una superficie de 33 mil 500 hect3reas e incluye hacia el norte las lagunas costeras Manat3 y Chacmuchuc y una franja marina; hacia el oeste el n3cleo poblacional que conforma la ciudad de Canc3n y la zona ejidal denominada Alfredo V. Bonfil; hacia el sur los humedales del municipio de Benito Ju3rez, un complejo tur3stico de propiedad*

*privada, excepto el polígono desincorporado del Área Natural Protegida por juicio de amparo número 536/2008, y hacia el este el sistema lagunar y la zona hotelera de Cancún.*

*En esta porción de la Zona de Influencia se lleva a cabo una conectividad ecológica importante con el Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté, que incluye una interacción hidrológica, biológica, geológica, atmosférica, económica, social y escénica. En cuanto a la relación biológica, se puede mencionar la presencia de áreas de reproducción de alevines y formas juveniles de vertebrados e invertebrados en el manglar, que en su etapa adulta conforman una parte de la fauna arrecifal del Área Natural Protegida aledaña al Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc. Existe también una importante conectividad geohidrológica con los sistemas lagunares del norte y los humedales del sur del estado.*

Desde la perspectiva de la denominada Área de Influencia, tal y como se analiza en los Capítulos IV, V y anexos de la presente MIA-R, se muestra que el área del proyecto no se ubica en un área de manglar por lo que no afecta “áreas de reproducción de alevines y formas juveniles de vertebrados e invertebrados en el manglar”, asimismo, tal y como se describe en los capítulos II, IV y en el presente, el área seleccionada está regulada por el “Programa de Desarrollo Urbano del Centro Población de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (2014-2030)”, el cual le confiere al área del proyecto usos de suelos urbanos derivado de las condiciones actuales de la zona, actualmente ubicada entre dos desarrollos turísticos y, que como se describe en el Capítulo IV, consecuentemente no existen condiciones para alterra o afectar la “conectividad ecológica importante con el Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté”, ya sea por que el predio en si mismo se encuentra alterado en cuanto a su calidad ambiental, y como se ha mencionado

se reitera que no se ubica dentro de ninguna área de manglar, ya que aunque se encuentra cercano a estas áreas, se ha manifestado que existen diversas obras e infraestructura humana entre el proyecto y el ANP de Nichupté. Finalmente, en los capítulos IV, V y anexos se muestra que el proyecto no altera la *“conectividad geohidrológica con los sistemas lagunares del norte y los humedales del sur del estado”*, ya que no se pretende hacer uso del agua dulce del acuífero y en tal sentido el proyecto pretende construir una planta de desalinización, con lo que resulta evidente que no se hará uso del agua dulce del acuífero y solo se hará uso de la zona de transición (cuña salina) a través de las capas de agua salobre que se ubican geohidrologicamente bajo de el proyecto, asimismo, las aguas residuales serán enviadas a los sistemas de tratamiento municipales, lo que reduce aún más las posibilidades de afectar la conectividad geohidrológica.

**Por lo anteriormente explicado, aunque el Área de Influencia no presenta regulaciones que limiten el proyecto, ya que es un superficie de referencia respecto al polígono donde surten efectos las restricciones del Decreto y Programa de Manejo del “Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté”, y esta abarca casi la totalidad del Municipio de Benito Juárez en la zona urbana de la misma, la superficie del proyecto presenta las siguientes características que evidencian el ajuste a las regulaciones para esta ANP:**

1. Se ubica fuera del área del Decreto
2. No afecta los elementos (componentes y procesos) ecológicos que se señalan para el Área de Influencia que se localizar fuera del para de decreto.

**Por otra parte y en refuerzo a demostrar que el proyecto no afecta al “Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté”,** se elaboró un análisis sobre las reglas administrativas del Programa de manejo;

### **Reglas Administrativas**

#### **De las prohibiciones**

*“**Regla 38.** Dentro del Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté, queda expresamente prohibido:*

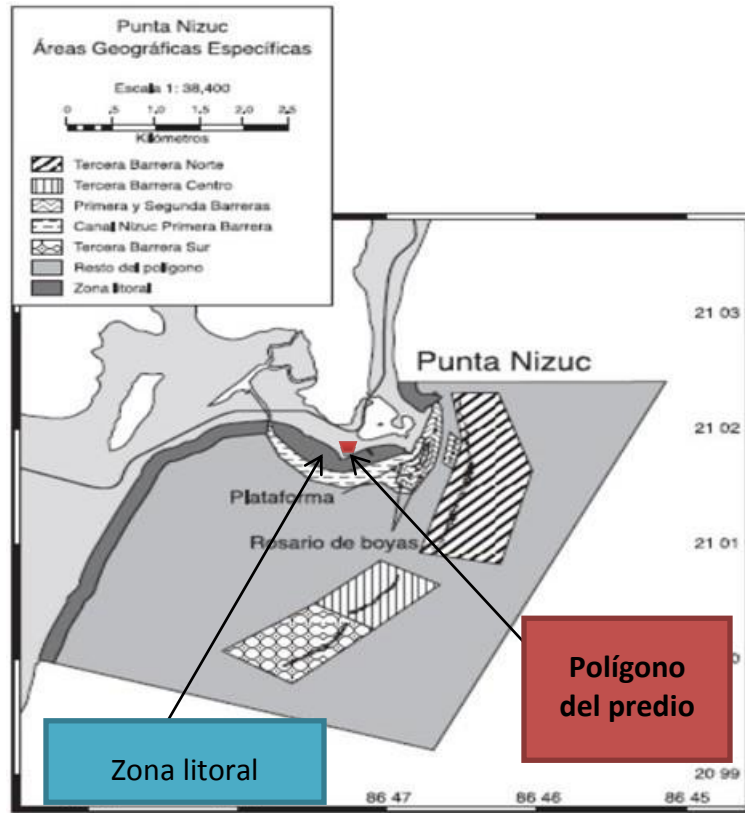
*I. Remover, rellenar, transplantar, podar o realizar cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema **y su Zona de Influencia**; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos (acuífero subterráneo), la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos, salvo las obras o actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar;”*

Como se observa, dicha regla guarda estrecha relación con lo previsto en el artículo 60 Ter, de la Ley General de Vida Silvestre y como ya se ha mencionado con anterioridad en la vinculación correspondiente en dicho artículo, el desarrollo de las obras y actividades correspondientes al proyecto no intervendrán con los procesos ecológicos del ANP, ni en la zona de influencia, ya que no habrá afectación a la vegetación del mangle. Asimismo no habrá intervención en la dinámica de los flujos hidrológicos que alimentan al manglar del

ecosistema lagunar de Nichupt3, como m3s adelante tambi3n se analiza en la NOM-022-SEMARNAT-2003 Que establece las especificaciones para la preservaci3n, aprovechamiento, sustentable y restauraci3n de humedales costeros en zonas de manglar.

En este entendido y dada la ubicaci3n y caracter3sticas de las obras que conforman al proyecto, no representan riesgos en los flujos de aguas subterr3neas, por lo que no se afectar3 al humedal existente y con ello se garantiza la no afectaci3n a los servicios ambientales del ANP denominada "*3rea de Protecci3n de Flora y Fauna Manglares de Nichupt3*".

Por otra parte, en lo que respecta al ANP denominada "***Parque Marino Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Canc3n y Punta Nizuc***", y con la que el predio del proyecto presenta una distancia de 2.5 metros a la poligonal sobre la zona federal mar3tima terrestre, tal y como ya se analiz3 y destac3 que en t3rminos reales esta distancia es mayor por la decisi3n de no construir obras en la ZOFEMAT y la zona rocosa contigua. En espec3fico, el proyecto se encuentra pr3ximo a la zona litoral del **Pol3gono No. 3 denominado Punta Nizuc**, de acuerdo al Programa de Manejo.



**Figura III. 4** Ubicación del predio adyacente a la zona litoral del Polígono 3 Punta Nizuc.

Independientemente de la cercanía al **Polígono No. 3 denominado Punta Nizuc** y para reforzar lo expresado respecto a la **NO AFECTACIÓN**, el desarrollo del proyecto no pretenden obras o actividades que afecten la línea de costa o la zona litoral del ANP, ya que no habrá infraestructura marina por desarrollar. Y para ser más explícito a lo señalado, se reitera que no habrá obras sobre la ZOFEMAT y la zona marina contigua, por lo que los elementos funcionales del proyecto no se superponen sobre el ANP en comento.

Asimismo, dentro del Programa de Manejo del ANP en comento, en su apartado de Reglas administrativas para la realización de actividades permitidas, en específico en la Regla No. 30 se establece lo siguiente:

### III. Zonificaci3n

**Regla 30.** Se establecen como 3reas geogr3ficas para la realizaci3n de actividades dentro de la zonificaci3n, las siguientes:

**Tabla III.12** Actividades permitidas en el pol3gono 3. Punta Nizuc de acuerdo al Programa de Manejo.

#### Pol3gono 3. Punta Nizuc

| 3reas geogr3ficas especificas | Actividades permitidas                           |
|-------------------------------|--|
| Tercera Barrera Norte         | 10   |
| Canal Nizuc Primera Barrera   | 4, 8, 10, 12                                     |
| Primera y Segunda Barreras    | 1, 9, 10, 11                                     |
| Tercera Barrera Sur           | 10, 11, 13                                       |
| Litoral                       | 1, 5, 9, 10, 11                                  |
| Tercera Barrera Centro        | 1, 2, 3, 5, 9, 10, 11, 4 <sup>n</sup>            |
| Resto del pol3gono            | 1, 2, 3, 4, 5, 9, 10, 11, 12, 13, 7 <sup>n</sup> |

Observaciones: No submarino (ver mapa 3).

<sup>n</sup> Actividad restringida.

- |  |                                 |
|--|---------------------------------|
| 1. Buceo libre   | 7. Remolque recreativo          |
| 2. Buceo aut3nomo diurno                               | 8. Recorrido en la jungla       |
| 3. Buceo aut3nomo nocturno                             | 9. Video y fotograf3a           |
| 4. Embarcaciones motorizadas                           | 10. Investigaci3n cient3fica    |
| 5. Embarcaciones no motorizadas y actividades de playa | 11. Educaci3n ecol3gica         |
| 6. Submarino   | 12. Navegaci3n en tr3nsito      |
|  | 13. Pesca comercial de langosta |
|  | 14. Restauraci3n ecol3gica      |

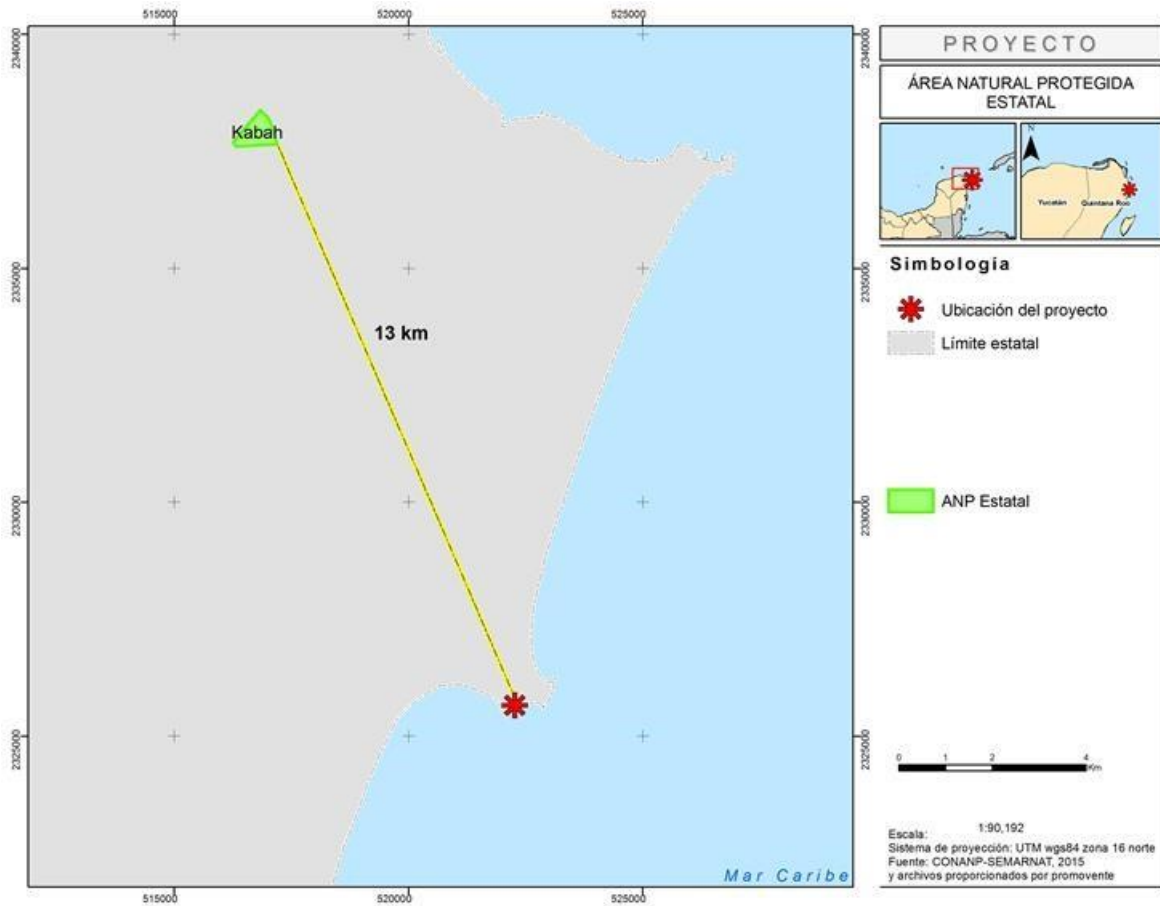
Como se observa, las actividades permitidas en zona litoral, corresponde a actividades de playa y buceo libre que si bien guardan relaci3n con actividades dentro del sector tur3stico, en particular para el caso del proyecto que nos ocupa, el inmobiliario hotelero 3nicamente comprende la actividad de playa para que el visitante disfrute y aprecie del paisaje que forma parte del atractivo natural del sitio del proyecto.



Finalmente por los argumentos antes expuestos, se concluye que el desarrollo del proyecto, por su naturaleza, características y ubicación de las obras, no afectará a las áreas naturales protegidas antes mencionadas, aún y cuando se encuentre dentro de la zona de influencia, no obstante que de las actividades permitidas en el polígono en que se ubica el proyecto, ninguna guarda relación con el mismo, ya que sus obras y actividades únicamente son sobre la superficie terrestre.

### **III.3.2 Áreas Naturales Protegidas de competencia estatal.**

Respecto a las ANP's de competencia estatal, en la siguiente figura se visualiza la ubicación del proyecto, en la cual se desprende que el ANP estatal más próxima es la denominada **“Kabah”**, que se ubica a una distancia de 13 kilómetros del proyecto, asimismo se tiene la presencia de dos ANP's estatales adicionales denominadas “Laguna de Manatí” y “El Refugio Estatal de Flora y Fauna Silvestre Lagunar Chacmochuch”, las cuales se encuentran, a una distancia mayor a la primer ANP's nombrada.



**Figura III.5** Áreas Naturales Protegidas Estatales cercanas al sitio del proyecto.

De lo anterior, se concluye que el predio contemplado para llevar a cabo el desarrollo del proyecto sujeto a evaluación, no se encuentra en ninguna de las ANP’s de carácter estatal, quedando exento de la regulación de algún Decreto o Programa de Manejo de las ANP’s.

### III. 4 Sitio de RAMSAR

De acuerdo a la ubicación física del predio donde se pretende desarrollar el proyecto, el sitio RAMSAR más próximo son los **“Manglares de Nichupté”**, los cuales se localizan a una distancia de 14.3 metros (Figura III.25), por tal motivo se evidencia que **el proyecto está fuera del Sitio RAMSAR**, aunque, al igual que en el caso del decreto del ANP **“Área de**

*Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté”* el predio se ubica dentro de la denominada Zona de Influencia, la cual, es un área de referencia externa a lo delimitado en la poligonal del Sitio Ramsar y por consiguiente sin los efectos legales de la misma. Independientemente de lo anterior, se realizó el análisis de vinculación:

➤ *Ficha Informativa de los Manglares de Nichupté (Anexo II)*

Es importante mencionar que los “**Manglares Nichupté**”, fueron designados el 02 de febrero del 2008, según se desprende de la constancia de RAMSAR, con el sitio número 1777, asimismo se ha designado como humedal de importancia internacional y Registrado en la Lista de Humedales de Importancia Internacional.

Esta ficha fue actualizada el 11 de octubre del 2007, por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, la cual establece en su numeral 25 lo siguiente:

***25. Uso actual del suelo (comprendido el aprovechamiento del agua) dentro y fuera del sitio Ramsar:***

*De acuerdo al Ordenamiento Ecológico de la Laguna de Nichupté, las políticas ambientales que conforman el decreto se agrupan en cuatro categorías: Protección, Conservación, Aprovechamiento, Restauración y Turismo, aunque el sitio pertenece a la política ambiental de protección. Las actividades ecoturísticas, científicas o ecológicas permitidas se definirán en el programa de manejo que se diseñe para tal efecto. Toda actividad recreativa deberá garantizar la permanencia de la vegetación y fauna del sistema lagunar, así como las áreas de anidación existente.*

Al respecto, es importante mencionar que el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región denominada Sistema Lagunar Nichupté, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo en 1996, se derogó con la publicación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, publicado en el Periódico Oficial del Estado el 20 de Julio del 2005, además de que a la fecha de registro de la ficha no había un programa de manejo, ya que aún no había sido decretado el Sistema Lagunar Nichupté como área natural protegida, si no únicamente existía una propuesta.

Por otra parte en el numeral 26 de la Ficha, titulada Factores adversos (pasados, presentes o potenciales) que afecten a las características ecológicas del sitio, incluidos cambios en el uso del suelo (comprendido el aprovechamiento del agua) y de proyectos de desarrollo:

a) dentro y fuera del sitio Ramsar, se estableció lo siguiente:

***Deterioro del sistema:** La falta de regulación en los servicios por la inexistencia de un Programa de Manejo que contenga elementos de protección, vigilancia, restauración, aprovechamiento sustentable y administración del recurso; la insuficiente vigilancia en tanto se elabora y pone en vigor el Programa, así como la ausencia de órganos con autoridad y recursos suficientes para garantizar el cumplimiento de lo estipulado en el Ordenamiento Ecológico del Sistema Lagunar Nichupté, puede provocar un deterioro creciente irreversible en este ecosistema.*

Se observa que hace referencia nuevamente al Programa de Manejo, sin embargo a la fecha ya se ha decretado como área natural protegida y en el presente capítulo se ha vinculado el proyecto con las reglas contenidas en su Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté, sin que el proyecto se encuentre dentro de los supuesto de prohibición o contravenga las actividades permitidas en la

zonificaci3n en que se ubica el predio, ya las obras y actividades pretendidas se desarrollar3n en la superficie terrestre del ecosistema costero.

➤ *Importancia biol3gica del Sitio RAMSAR*

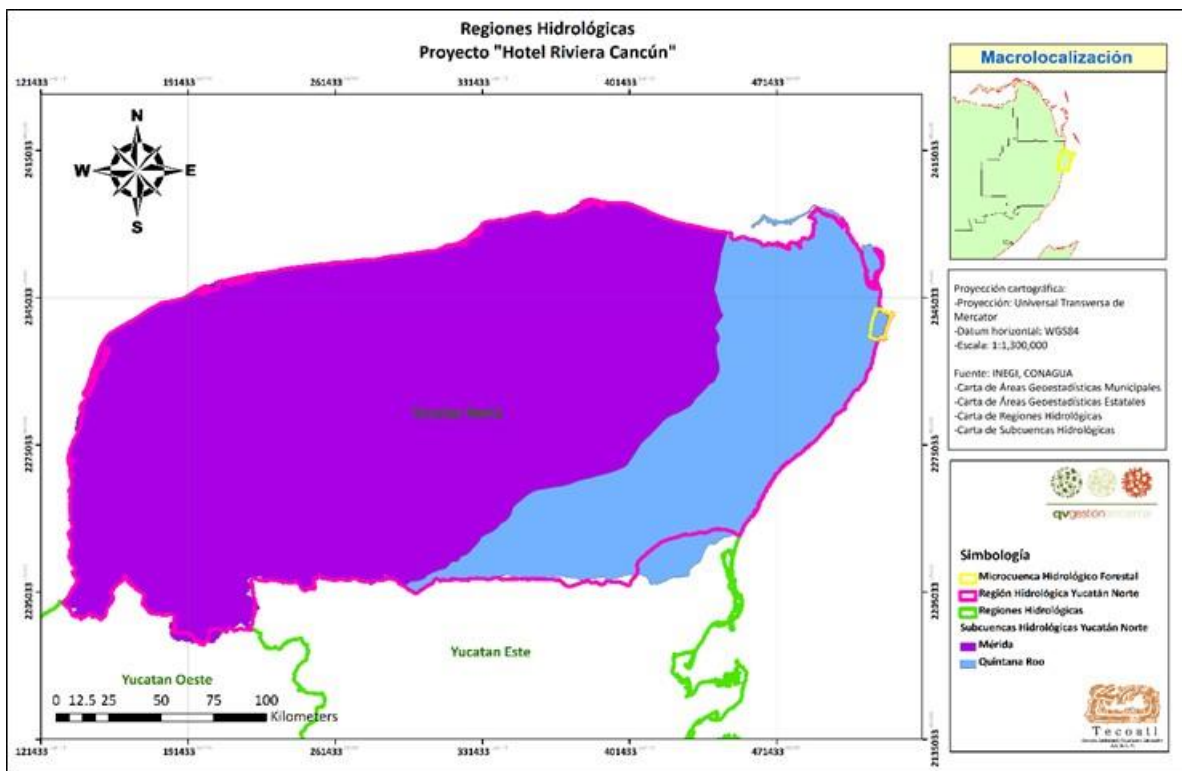
Como importancia biol3gica del Sitio Ramsar, su funcionamiento es como corredor biol3gico, y es que en la zona, se presenta una alta conectividad hidrobiol3gica entre los manglares, lagunas costeras, pastos marinos y arrecifes. La presencia de especies vegetativas bajo alguna categor3a de protecci3n son: *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus* que se encuentran bajo la categor3a de especies amenazadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Los Servicios ambientales que destacan en el Sitio Ramsar:

- El manglar es refugio y h3bitat para especies de fauna terrestre y acu3tica, local y migratoria.
- Sitios de anidaci3n y reposo para aves acu3ticas. Algunos islotes de Punta Canc3n son los 3nicos que tienen el registro de dos especies de golondrina de mar (*Anous minutus* y *A. stolidus*) que utilizan este sitio para anidar.
- Zona de crianza y reproducci3n de especies de peces e invertebrados marinos y estuarinos con relevancia comercial y ecol3gica.
- Los manglares favorecen la estabilizaci3n de sedientos.
- Los manglares favorecen la protecci3n contra oleaje, huracanes y tormentas tropicales.
- Los manglares son un atractivo tur3stico en la zona.
- Las zonas de manglar brindan protecci3n a embarcaciones durante huracanes y tormentas.

- *An3lisis t3cnico, el cual comprende el funcionamiento hidrol3gico del Sitio RAMSAR y la relaci3n que guarda con el proyecto.*

La ubicaci3n del proyecto en el contexto de la regi3n hidrol3gica, cuenca, subcuenca o microcuenca hidrol3gica se tiene, que el predio se localiza dentro de los l3mites de la **Regi3n Hidrol3gica No. 32 Yucat3n Norte**, no existen escurrimientos superficiales y la mayor cantidad de r3os pertenecen a la Regi3n Hidrol3gica 30 Grijalva-Usumacinta; el Estado de Quintana Roo, cuenta con 51 lagunas, de las cuales la m3s importante es la **Laguna de Bacalar** con 50 kil3metros de longitud, Chichancanab y el **Sistema Lagunar Nichupt3** con 12 kil3metros (Acuerdo por el que se dan a conocer los estudios t3cnicos de aguas nacionales subter3neas del ac3ifero Pen3nsula de Yucat3n, clave 3105, estados de Yucat3n, Campeche y Quintana Roo, DOF, 04/09/2013).



**Figura III.6** L3mites de las Regiones Hidrol3gicas de la Pen3nsula de Yucat3n, el pol3gono del proyecto se localiza dentro de la Regi3n Hidrol3gica No. 32 Yucat3n Norte.

La Región Hidrológica No. 32 Yucatán Norte está formada por dos subcuencas hidrológicas, la que incluye al Estado de Yucatán que corresponde a la Subcuenca Hidrológica Mérida y la que incluye una parte del estado de Quintana Roo, que se le denomina Subcuenca Hidrológica Quintana Roo; esta última es donde se localiza el proyecto, cubre una superficie de 14,372.29 Ha, comprende una cuenca abierta que tiene drenaje hacia el mar.

Los principales aportes de agua al sistema lagunar **“Manglares Nichupté”** proviene por un lado la marea del mar Caribe y por otro lado, el flujo de agua subterránea debido a la infiltración de agua pluvial a través de la roca caliza, por lo que no existe un sistema superficial de corrientes de agua dulce permanente que pueda verse afectada por el desarrollo del proyecto.

El proyecto no comprende obras en zona marina que pueda afectar la marea del mar Caribe, las obras son completamente en zona terrestre de tipo turísticas con servicio hotelero y no habrá afectación al flujo de agua subterránea.

Se contara con estructuras de captación para el manejo, control y conducción de las aguas pluviales al interior del proyecto. El agua pluvial captada se conducirá a través de conductos hasta los diferentes pozos de inyección, cuyo sistema constructivo se describe en el Capítulo II.

Para el abastecimiento de agua en el proyecto, se prevé la instalación de una planta desalinizadora con proceso de osmosis inversa. El agua salobre requerida para su operación se obtendrá de dos pozos de aprovechamiento, contando cada uno con una bomba sumergible, cuyo proceso también se describe en el Capítulo II.

Por otra parte, en lo que respecta a los servicios ambientales que destacan por la presencia de manglar en la zona de estudio, serán conservados en virtud de que no habrá afectación al mismo, por lo que el manglar como un ecosistema de refugio y hábitat para especies de fauna terrestre y acuática, local y migratoria, se mantendrá, ya que no habrá obras sobre éste ecosistema. Asimismo los sitios de anidación y reposo para aves acuáticas del Sistema Lagunar serán respetados y las zonas de crianza y reproducción de especies de peces e invertebrados marinos y estuarinos con relevancia comercial y ecológica quedan completamente fuera del predio donde se pretende el desarrollo del proyecto.

#### **III.4.1 Convención de RAMSAR.**

La "Convención de Ramsar" es un tratado intergubernamental en el que se consagran los compromisos contraídos por sus países miembros para mantener las características ecológicas de sus humedales de importancia internacional y planificar el "uso racional", o uso sostenible, de todos los humedales situados en sus territorios.

Este acuerdo internacional es el único de los convenios en materia de medio ambiente que se centra en un ecosistema específico, los humedales, y aunque en origen su principal objetivo estaba orientado a la conservación y uso racional en relación a las aves acuáticas, actualmente reconoce la importancia de estos ecosistemas como fundamentales en la conservación global y el uso sostenible de la biodiversidad, con importantes funciones (regulación de la fase continental del ciclo hidrológico, recarga de acuíferos, estabilización del clima local), valores (recursos biológicos, pesquerías, suministro de agua) y atributos (refugio de diversidad biológica, patrimonio cultural, usos tradicionales).



La misión de la Convención es “la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo”. Bajo este contexto, son relevantes y de interés a discusión los puntos referentes a:

- ✚ **Resolución VIII.3.** *Cambio climático y humedales: impactos, adaptación y mitigación.*
- ✚ **Resolución VIII.9.** *Directrices para incorporar los aspectos de la diversidad biológica a la legislación y/o los procesos de evaluación del impacto ambiental y de evaluación ambiental estratégica” aprobadas por el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) y su pertinencia para la Convención de Ramsar.*
- ✚ **Manual 13 Evaluación del Impacto Ambiental.**

#### **Resolución VIII.3. Cambio climático y humedales: impactos, adaptación y mitigación.**

De las políticas establecidas en la resolución invocada citada y en virtud de que no pretende llevar a cabo ningún tipo de infraestructura en el manglar no son aplicables.

#### **Resolución VIII.9. Directrices para incorporar los aspectos de la diversidad biológica a la legislación y/o los procesos de evaluación del impacto ambiental y de evaluación ambiental estratégica” aprobadas por el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) y su pertinencia para la Convención de Ramsar.**

Los ordenamientos legales en México, hacen suyos los principios incluidos en la resolución en cita, ya que en ellos se incorporan los aspectos de la biodiversidad, siendo estrictamente evaluados a través del proceso de evaluación de impacto ambiental; en tal sentido, las obras y actividades que se pretenden realizar para el proyecto requieren

de previa autorización en materia de impacto ambiental y se presenta el Documento Técnico Unificado, el cual será evaluado en materia de impacto ambiental, correspondiendo a la autoridad garantizar la debida aplicación de las disposiciones jurídicas que son aplicables durante el procedimiento y cumplirá con los más altos estándares de análisis técnico y científico en su caso.

### **Manual 13 EIA.**

El Manual 13 de la Convención de RAMSAR referente a la Evaluación de Impacto Ambiental, establece las directrices de aplicación de la evaluación del impacto para la conservación y el uso racional de los humedales reconocidos como RAMSAR, así como de aquellos de alto valor ambiental.

En este orden de ideas y respetando el principio de autonomía y soberanía de las Naciones, como ya mencionó en México existe un procedimiento de evaluación de impacto ambiental como instrumento de política ambiental regulado en la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, el cual se comprende de manera por demás completa y exhaustiva una serie de pasos entre los que destaca el estudio científico y la caracterización ambiental de la zona, con lo cual sobresalen los valores ambientales de la misma.

En adición, comprende la proyección y establecimientos de pronósticos, así como la implementación de medidas de mitigación, compensación e inclusive la proyección de restauración. El procedimiento de impacto ambiental en México, está diseñado como un sistema a través del cual se detalla y describe la condición actual de la zona, así como su proyección a futuro con el desarrollo de la actividad humana.

Bajo este contexto, la empresa promovente ha formulado el presente Documento T3cnico Unificado, para someterlo al procedimiento de evaluaci3n de impacto ambiental, precisando que no existe obra o actividad alguna que impacte en este proyecto el ecosistema de humedales en la zona de estudio, ni de la comunidad de manglar en dicha zona.

### **III.5 Instrumentos de Planeaci3n.**

Los instrumentos de planeaci3n de desarrollo con instrumentos de pol3tica ambiental que promueven patrones equilibrados de ocupaci3n y aprovechamiento del territorio, entre los distintos municipios y estados a lo largo de corredores urbano, tur3sticos, industriales, etc. Se basan en el an3lisis de las condiciones ambientales, la vocaci3n econ3mica, y la interdependencia urbana, en un modelo de complementariedad.

En 3sta secci3n, se hace un descripci3n breve y concisa referente a la congruencia del proyecto con respecto a las pol3ticas regionales de desarrollo social, econ3mico y ambiental, contempladas en los siguientes instrumentos de planeaci3n y ordenamiento del territorio, que son aplicables al sitio donde se pretende llevar a cabo el proyecto:

- Plan Nacional de Desarrollo de 2013-2018.
- Plan Estatal de Desarrollo de Quintana Roo 2011-2016
- Programa de Ordenamiento Ecol3gico Marino y Regional del Golfo de M3xico y Mar Caribe.
- Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Poblaci3n Canc3n (PDUCP-Canc3n), municipio Benito Ju3rez, Quintana Roo (2014-2030).
- Programa de Ordenamiento Ecol3gico Local del Municipio de Benito Ju3rez.

### III.5.1. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.

El Plan Nacional de Desarrollo se estructura bajo los siguientes ejes rectores:

1. México en Paz,
2. México Incluyente,
3. México con Educación de Calidad,
4. México Próspero y,
5. México con Responsabilidad Global.

En cuanto a los ejes rectores, mencionados con anterioridad, el proyecto se inserta en el eje denominado “México Próspero”, por lo que a continuación se vincula con sus objetivos estrategias y líneas de acción:

**“Objetivo 4.11. Aprovechar el potencial turístico de México para generar una mayor derrama económica en el país.”**

**Tabla III.13** Vinculación con las estrategias y líneas de acción

| Concepto   | Vinculación con el proyecto   |
|--|---|
| <p><b>Estrategia 4.11.2.</b> <i>Impulsar la innovación de la oferta y elevar la competitividad del sector turístico.</i></p> <p><b>Líneas de acción:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <i>Fortalecer la infraestructura y la calidad de los servicios y los productos turísticos.</i></li> <li>✓ <i>Posicionar adicionalmente a México como un destino atractivo en segmentos poco desarrollados, además del de sol y playa, como el turismo cultural, ecoturismo y aventura, salud, deportes, de lujo, de negocios y reuniones, cruceros, religioso, entre otros.</i></li> </ul> | <p>Con el desarrollo del proyecto se pretende ampliar y mejorar la oferta de servicios turísticos en el sector hotelero, ampliando la diversidad con la apreciación y preservación natural de la región, complementando la experiencia de los turistas otorgando un servicio de alta calidad planteado por el proyecto con la infraestructura hotelera. Finalmente se adhiere a la promoción de la belleza escénica de México, y lo presenta como un destino atractivo y de calidad, inclinándose a la experiencia innovadora del turismo en convivencia con el medio ambiente.</p> |

|  |  |
|--|--|
| <p><b>Estrategia 4.11.4.</b> <i>Impulsar la sustentabilidad y que los ingresos generados por el turismo sean fuente de bienestar social.</i></p> | <p>Con el proyecto se proponen actividades que integran elementos naturales característicos de la región, e impulsan el desarrollo nacional y el bienestar social, aunado a la preservación de sus recursos. Desde el punto de vista económico y social, la realización del proyecto tendrá un impacto benéfico en la zona, pues permitirá incrementar la generación de empleos temporales y permanentes, así como incrementar las actividades turísticas.</p> |
| <p><b>Líneas de acción:</b></p> <p>✓ Convertir al turismo en fuente de bienestar social.</p>   |  |

Por los argumentos antes expuestos, se concluye que el proyecto es congruente con los objetivos, estrategias y líneas de acción antes invocadas.

### III.5.2 Plan Estatal de Desarrollo de Quintana Roo 2011-2016.

El Plan Estatal de Desarrollo de Quintana Roo, establece en 4 ejes estratégicos las Políticas Públicas Sectoriales que instrumentarán los proyectos y acciones vertidos en el proceso de planeación participativa, así como los compromisos realizados por el Gobernador en campaña durante el proceso electoral. Los ejes estratégicos son:

1. *Un Quintana Roo solidario.*
2. *Un Quintana Roo competitivo.*
3. *Un Quintana Roo verde.*
4. *Un Quintana Roo fuerte.*

Este instrumento establece una serie de objetivos y estrategias, de los cuales el proyecto y obras sujetas a evaluación, se insertan dentro del objetivo estratégico orientado a impulsar el Sector Económico particularmente para el sector turístico.

## **II. 4.- Impulso a los Sectores Económicos Estratégicos**

### **Objetivo Estratégico**

*Promover una política de impulso a los sectores económicos estratégicos, que eleven la competitividad y el potencial productivo de los sectores primarios y de la transformación, con acciones de encadenamiento productivo y de desarrollo de proveedores, para aprovechar el liderazgo del sector terciario y el fortalecimiento del mercado interno.*

#### **II.4.4. Estrategia 4**

##### **Diversificación y Desarrollo Integral del Turismo.**

*Impulsar una política para consolidar a Quintana Roo como un multides­tino líder en competitividad con una oferta de alta calidad, diversificada y articulada, con pleno respeto a los entornos naturales, sociales y culturales con empresas altamente competitivas y con bases sólidas en infraestructura legal, física y educativa para el desarrollo turístico.*

- *II.4.4.5.- Garantizar el desarrollo sustentable de la actividad turística en el estado.*
- *II.4.4.10.- Implementar acciones para la conservación y mantenimiento de las playas en los destinos turísticos.*

Es en esta estrategia en particular, donde el proyecto se vincula directamente con lo indicado, en virtud por la naturaleza de las obras, ya que el sector turístico representa un sector estratégico y fundamental tanto a nivel regional como para el Estado correspondiente, por lo tanto el proyecto impulsará la competitividad turística y de servicios hoteleros que se han venido desarrollando en la región, garantizando la creación

de nuevos empleos, incrementando la infraestructura y los ingresos de la zona, y fomentando una cultura de cuidado del patrimonio natural. Asimismo, se pretende implementar acciones orientadas a la protección y conservación de los ecosistemas que destacan en el sitio del proyecto.

### **III.1.- Ordenamiento Ecológico**

#### **Objetivo Estratégico**

*Regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas en todo el territorio estatal, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.*

### **III.2.- Gestión Integral de Residuos Sólidos y de Manejo Especial**

#### **Objetivo Estratégico.**

*La prevención y el control de la contaminación generada por el inadecuado manejo de los residuos, así como la reducción en la generación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial y la recuperación de materia y energía, con el fin de garantizar un aprovechamiento sustentable y proteger a la salud humana y al ambiente.*

- *III.2.1.2.- Aplicación de la legislación para el manejo adecuado de los residuos sólidos y de manejo especial.*
- *III.2.1.4.- Impulsar y fortalecer la cultura del manejo integral de los residuos sólidos con acciones enfocadas a la valorización.*

Ejemplificando y para evidenciar que el proyecto cumple lo establecido en el presente objetivo estratégico, durante el desarrollo de las obras se contempla la implementación de un Programa de Manejo Integral de Residuos, en el que se incluyen acciones desde

identificación, separación, envasado, almacenamiento, recolección y hasta la disposición final de los mismos, e incluso contempla acciones de valorización que incluyen, tales como el reciclaje y reutilización de ciertos residuos. Adicional a estas acciones, el proyecto observará las disposiciones jurídicas aplicables relativas al manejo de los residuos.

### **III.3.- Biodiversidad**

#### **Objetivo Estratégico**

*Establecer y consolidar la estrategia estatal de biodiversidad.*

#### **III.3.1.- Estrategia 1**

##### **Estrategia Estatal de Biodiversidad.**

*Conservar y proteger la flora y la fauna propiciando el desarrollo sustentable de las comunidades rurales y con acciones que favorezcan el equilibrio ecológico del estado.*

- *III.3.1.2.- Aprovechamiento sustentable de la flora y fauna, a partir de esquemas que fomenten la creación de oportunidades para las comunidades y reduzcan el tráfico ilegal de especies.*

Dentro de la presente Documento Técnico Unificado, se detallan los análisis en torno a los aspectos bióticos en la zona de estudio, para establecer las medidas necesarias a fin de evitar los daños al ecosistema que actualmente prevalece.

El proyecto plantea una alternativa para la infraestructura del servicio hotelero, que permite apreciar la belleza escénica de los recursos naturales, lo que conlleva a que la empresa promotora ejecute el proyecto bajo un contexto del desarrollo sustentable, fomentando el crecimiento de los servicios que en ella se ofrecen, e integrando la



preservación de los recursos naturales en sus actividades, por ejemplo la implementación de programas ambientales en el manejo de flora y fauna, entre otras acciones orientadas al cuidado del medio ambiente.

Por lo antes mencionado, se concluye que el proyecto es congruente con los objetivos y estrategias citadas en el Plan Estatal de Desarrollo de Quintana Roo, en virtud de que sus obras y actividades están orientadas a consolidar el desarrollo del sector turístico, el cual es uno de los sectores económicos relevantes en el Estado de Quintana Roo.

### **III.5.3 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe**

El Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (**POEMyRGMMyMC**), es el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos. Dicho instrumento identifica, orienta y enlaza las políticas, programas, proyectos y acciones de la administración pública que contribuyan a lograr las metas regionales que en él se plantean y optimizar el uso de los recursos públicos de acuerdo con la aptitud del territorio.

El Programa de Ordenamiento Ecológico considera un modelo con lineamientos ecológicos y unidades de gestión ambiental y una estrategia ecológica con objetivos específicos, acciones, criterios ecológicos y responsables.

### **Modelo de Ordenamiento Ecológico**

1. Lineamientos Ecológicos que incluyen 27 metas o enunciados generales que reflejan el estado deseable de las UGA, orientados a la atención de las tendencias de deterioro ambiental identificados en la Agenda Ambiental, durante la etapa de diagnóstico, pronóstico y en el ejercicio de visión prospectiva.

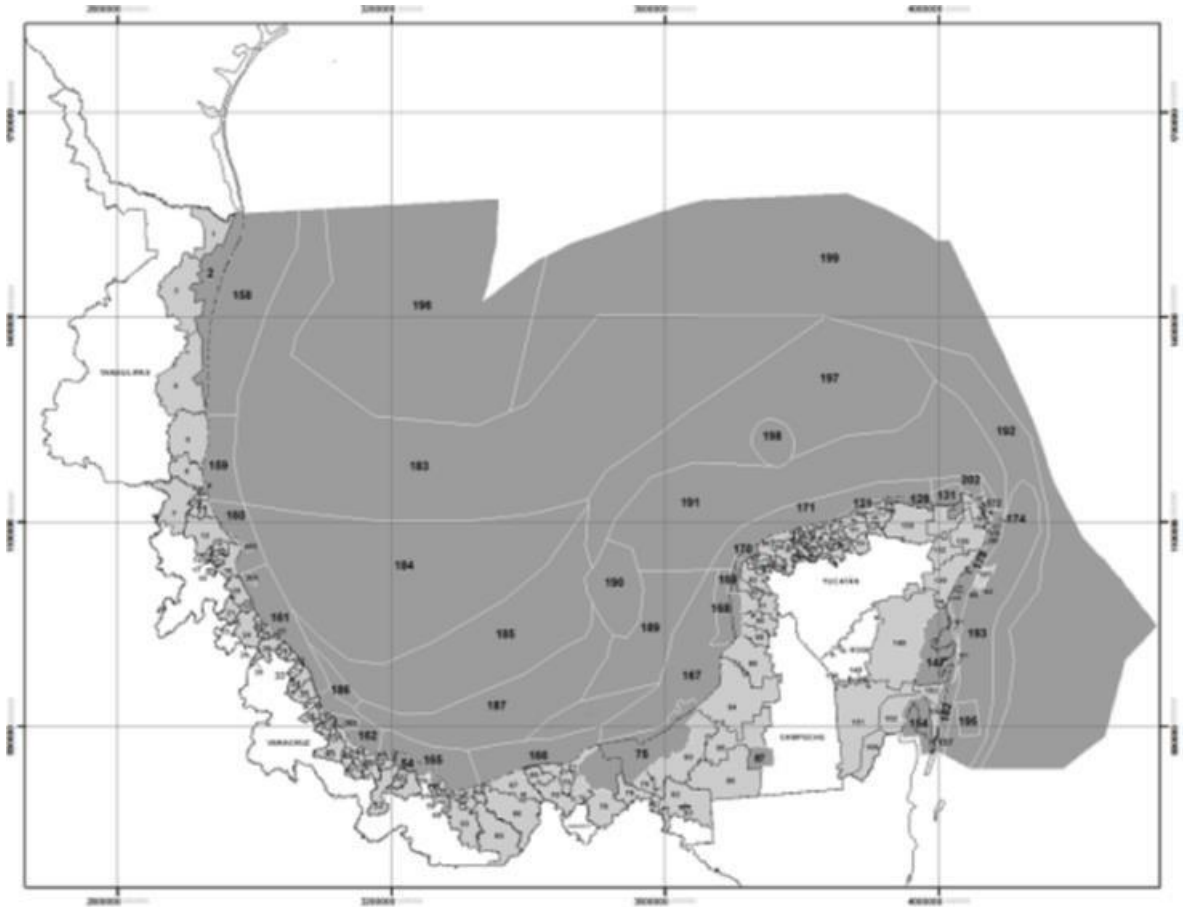
2. Unidades de Gestión Ambiental (UGA), que incluyen 203 unidades clasificadas en Marinas y Regionales.

- Área Marina, que comprende las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo zonas federales adyacentes del Golfo de México y Mar Caribe. También incluye 26 Áreas Naturales Protegidas, de competencia Federal con parte de su extensión en la zona marina. Cabe señalar, que en dichas áreas aplica el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente, así como las acciones generales y específicas que establece este Programa, de acuerdo a su ubicación.
- El Área Regional abarca una región ecológica ubicada en 142 municipios con influencia costera (SEMARNAT-INE, 2007) de 6 entidades federativas (Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas). En ésta área se incluyen 3 ANP de competencia Federal que no tienen contacto directo con el mar, en las cuales aplica solamente el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente. Asimismo, se incluyen 14 ANP Estatales.



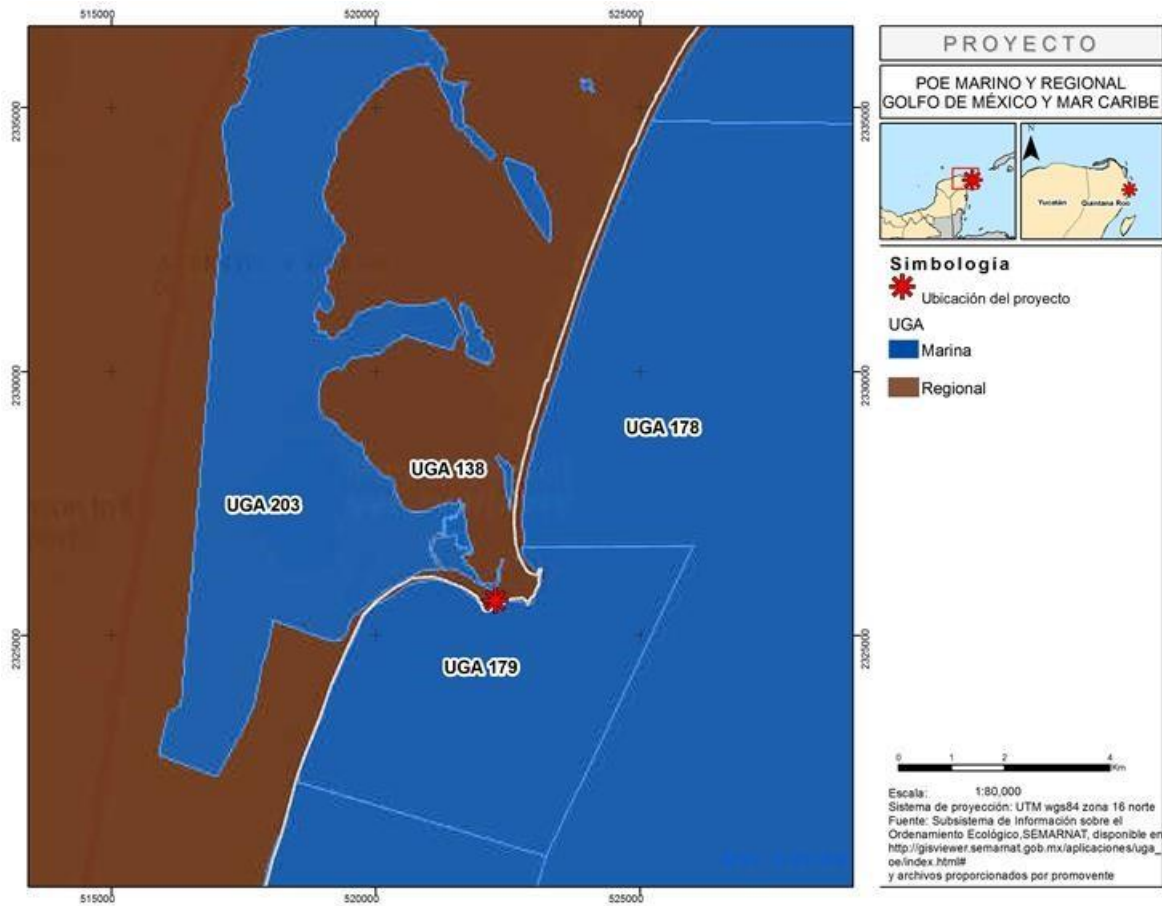
Figura III.7 Expresi3n gr3fica del 3rea sujeta a POEMyRGMMyMC.

En la siguiente figura se visualiza la conformaci3n del Modelo de Ordenamiento en Unidades de gesti3n Ambiental clasificadas en marinas y regionales.



**Figura III. 8** Unidades de Gestión Ambiental que conforman el POEMyRGMMyC.

En particular por la ubicación del proyecto, se encuentra ubicado en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 138, de tipo **Regional** denominada **Benito Juárez**, como se muestra en la siguiente figura:

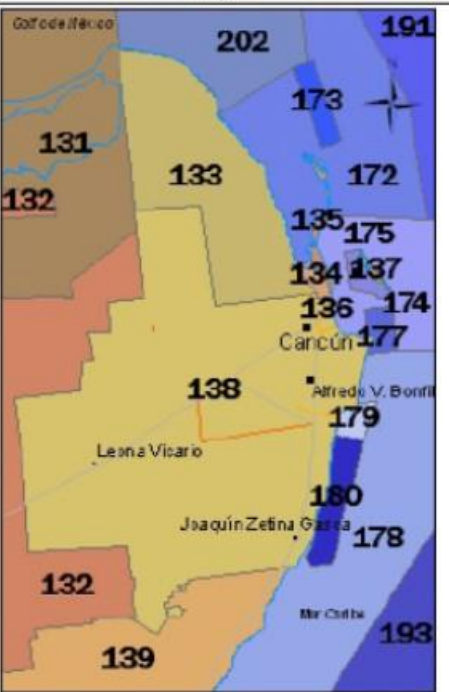


**Figura III. 9** Ubicaci3n del proyecto respecto a las Unidades de gesti3n Ambiental del POEMyRGMMyMC.

A continuaci3n, se cita la ficha t3cnica de la UGA correspondiente, as3 como los criterios espec3ficos asignados a la UGA 138, de tipo Regional denominada Benito Ju3rez y que son aplicables al proyecto que nos ocupa.

Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad-B Regional para el proyecto  
**“Hotel Riviera Canc3n”**

Unidad de gesti3n Ambiental #:138

| Tipo de UGA      | Regional   | Mapa  |
|------------------|--|---|
| Nombre:          | Benito Ju3rez  |  |
| Municipio:       | Benito Ju3rez  |   |
| Estado:          | Quintana Roo   |   |
|                  |  |   |
| Poblaci3n:       | 573,325 Habitantes                                     |   |
|                  |  |   |
| Superficie:      | 225,770.386 Ha.  |   |
| Subregi3n:       | Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata Mar Caribe |   |
| Islas:           |  |   |
|                  |  |   |
| Puerto Turistico | Presente   |   |
| Puerto Comercial | Presente   |   |
| Puerto Pesquero  | Presente   |   |
| Nota:            |  |   |

Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad-B Regional para el proyecto  
**“Hotel Riviera Canc3n”**

| Acciones Espec3ficas |            |        |            |        |            |        |            |
|----------------------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|------------|
| Acci3n               | Aplicaci3n | Acci3n | Aplicaci3n | Acci3n | Aplicaci3n | Acci3n | Aplicaci3n |
| A-001                | NA         | A-027  | APLICA     | A-053  | APLICA     | A-079  | NA         |
| A-002                | NA         | A-028  | APLICA     | A-054  | APLICA     | A-080  | NA         |
| A-003                | NA         | A-029  | APLICA     | A-055  | APLICA     | A-081  | NA         |
| A-004                | NA         | A-030  | APLICA     | A-056  | NA         | A-082  | NA         |
| A-005                | APLICA     | A-031  | APLICA     | A-057  | APLICA     | A-083  | NA         |
| A-006                | APLICA     | A-032  | APLICA     | A-058  | APLICA     | A-084  | NA         |
| A-007                | APLICA     | A-033  | APLICA     | A-059  | APLICA     | A-085  | NA         |
| A-008                | APLICA     | A-034  | NA         | A-060  | APLICA     | A-086  | NA         |
| A-009                | APLICA     | A-035  | NA         | A-061  | APLICA     | A-087  | NA         |
| A-010                | APLICA     | A-036  | NA         | A-062  | APLICA     | A-088  | NA         |
| A-011                | APLICA     | A-037  | APLICA     | A-063  | APLICA     | A-089  | NA         |
| A-012                | APLICA     | A-038  | APLICA     | A-064  | APLICA     | A-090  | NA         |
| A-013                | APLICA     | A-039  | NA         | A-065  | APLICA     | A-091  | NA         |
| A-014                | APLICA     | A-040  | APLICA     | A-066  | APLICA     | A-092  | NA         |
| A-015                | APLICA     | A-041  | NA         | A-067  | APLICA     | A-093  | NA         |
| A-016                | APLICA     | A-042  | NA         | A-068  | APLICA     | A-094  | NA         |
| A-017                | APLICA     | A-043  | NA         | A-069  | APLICA     | A-095  | NA         |
| A-018                | APLICA     | A-044  | APLICA     | A-070  | APLICA     | A-096  | NA         |
| A-019                | APLICA     | A-045  | NA         | A-071  | APLICA     | A-097  | NA         |
| A-020                | NA         | A-046  | APLICA     | A-072  | APLICA     | A-098  | NA         |
| A-021                | APLICA     | A-047  | NA         | A-073  | APLICA     | A-099  | NA         |
| A-022                | APLICA     | A-048  | APLICA     | A-074  | APLICA     | A-100  | NA         |
| A-023                | APLICA     | A-049  | APLICA     | A-075  | NA         |        |            |
| A-024                | APLICA     | A-050  | APLICA     | A-076  | NA         |        |            |
| A-025                | APLICA     | A-051  | APLICA     | A-077  | NA         |        |            |
| A-026                | APLICA     | A-052  | APLICA     | A-078  | NA         |        |            |

NA = NO APLICA

A continuaci3n se presentan la tabla de acciones generales y su vinculaci3n con la modificaci3n del proyecto.

**Tabla III.14** Vinculaci3n de la modificaci3n del proyecto con respecto a las acciones generales.

| No.         | Acci3n general  | Vinculaci3n del proyecto   |
|-------------|---|--|
| <b>G001</b> | Promover el uso de tecnolog3as y pr3cticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinaci3n con la CONAGUA y dem3s autoridades competentes. | Para el suministro de agua potable en el desarrollo del proyecto, se aplicarán tecnolog3as de manejo para el uso eficiente del agua. Para ello se llevar3 a cabo la instalaci3n y operaci3n de una planta desalinizadora, por lo que ser3n construidos dos pozos de extracci3n para despu3s transportar el agua a la planta desalinizadora. El agua a potabilizar, se extraer3 con el empleo de una bomba sumergible en cada uno de los pozos de agua salobre. La planta opera mediante la toma de agua de mar a trav3s de una l3nea |



Documento Técnico Unificado (DTU) Modalidad-B Regional para el proyecto  
**“Hotel Riviera Cancún”**

| No.         | Acción general   | Vinculación del proyecto   |
|-------------|--|--|
|             |  | de conducción, que proviene de un pozo de agua subterránea, esta agua es bombeada hacia un filtro de arena en donde se separan las partículas en suspensión.                                     |
| <b>G002</b> | Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.  | No aplica. Corresponde a la autoridad ambiental el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos.  |
| <b>G003</b> | Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.   | No aplica la acción general. En el desarrollo del proyecto no se pretende la extracción de especies. Corresponde a la autoridad la creación de UMA.  |
| <b>G004</b> | Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo ( NOM-059-SEMARNAT-2010). | Durante el desarrollo del proyecto, no se pretende la extracción de vida silvestre. La especies de flora y fauna bajo protección legal, serán rescatas y reubicadas bajo programas establecidos. |
| <b>G005</b> | Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.   | No aplica al proyecto. El desarrollo de acciones ambientales no están orientas a establecer bancos de germoplasma.   |
| <b>G006</b> | Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.   | No aplica el criterio. En la operación del proyecto no habrá emisiones a la atmósfera.   |
| <b>G007</b> | Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.  | En el desarrollo y operación del proyecto no habrá generación de emisiones a la atmósfera.   |
| <b>G008</b> | El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente   | No aplica. No se contempla la utilización de organismos genéticamente modificados.   |
| <b>G009</b> | Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.  | El proyecto se refiere al desarrollo de inmobiliario hotelero y no al desarrollo de infraestructura de comunicación terrestre.   |
| <b>G010</b> | Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.  | No aplica. Las obras no corresponden al desarrollo de actividades agropecuarias.   |
| <b>G011</b> | Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.   | El proyecto contempla acciones o estrategias ambientales para minimizar los impactos asociados hacia el ecosistema   |



| No.         | Acción general   | Vinculación del proyecto  |
|-------------|--|---|
|             |  | costero.  |
| <b>G012</b> | Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.  | Corresponde a la autoridad estatal y local la reubicación de zonas industriales.  |
| <b>G013</b> | Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.  | No habrá introducción de especies invasoras en la cubierta vegetal.   |
| <b>G014</b> | Promover la reforestación en los márgenes de los ríos  | No aplica al proyecto. No se tiene la presencia de ríos en el predio.   |
| <b>G015</b> | Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.  | No aplica al proyecto. No se tiene la presencia de ríos en el predio.   |
| <b>G016</b> | Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.   | No aplica el criterio en cita. El predio se encuentra en superficie plana.  |
| <b>G017</b> | Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.   | No aplica. El proyecto no contempla actividades agrícolas.  |
| <b>G018</b> | Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.                              | No aplica. El sitio del proyecto no tiene la presencia de cauces naturales.   |
| <b>G019</b> | Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos. | Corresponde a la autoridad local lo citado en la presente acción, en coordinación con la autoridad estatal.                                 |
| <b>G020</b> | Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.  | Como se ha indicado con anterioridad, el sitio del proyecto no tiene presencia de ríos que puedan verse afectados.                          |
| <b>G021</b> | Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.  | No aplican las acciones debido a que el proyecto no contempla actividades productivas.  |
| <b>G022</b> | Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.  |   |
| <b>G023</b> | Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.  | En las áreas jardinadas contempladas dentro del diseño del proyecto, se dará el mantenimiento adecuado para evitar la generación de plagas. |
| <b>G024</b> | Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para   | En compensación por el cambio de uso de, se llevarán actividades de restauración del  |

Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad-B Regional para el proyecto  
**“Hotel Riviera Canc3n”**

| No.         | Acci3n general   | Vinculaci3n del proyecto   |
|-------------|--|--|
|             | incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigaci3n y adaptaci3n de efectos de cambio clim3tico.  | suelo mediante actividades de reforestaci3n como se ha indicado en el Cap3tulo VII del presente DTU. Asimismo, dentro de estas actividades de restauraci3n se pretende la reforestaci3n del 3rea Natural Protegida Manglares de Nichupt3 para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, en acorde a los criterios ecol3gicos en cita. |
| <b>G025</b> | Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a par3metros ambientales cambiantes para las actividades productivas  |  |
| <b>G026</b> | Identificar las 3reas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservaci3n (o rehabilitaci3n).                        | Actualmente en el predio del proyecto no existe conectividad ambiental derivado de las barreras antropog3nicas con que actualmente cuenta el mismo.  |
| <b>G027</b> | Promover el uso de combustibles de no origen f3sil.  | No aplican los criterios en cita. El proyecto no se refiere a la promoci3n de energ3as sustentables, o manejo de combustibles, ni tampoco se refiere a la utilizaci3n de tecnolog3as para la producci3n de energ3a.  |
| <b>G028</b> | Promover el uso de energ3as renovables.  |  |
| <b>G029</b> | Promover un aprovechamiento sustentable de la energ3a.   |  |
| <b>G030</b> | Fomentar la producci3n y uso de equipos energ3ticamente m3s eficientes.  |  |
| <b>G031</b> | Promover la sustituci3n a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.                     |  |
| <b>G032</b> | Promover la generaci3n y uso de energ3a a partir de hidr3geno  |  |
| <b>G033</b> | Promover la investigaci3n y desarrollo en tecnolog3as limpias.   |  |
| <b>G034</b> | Impulsar la reducci3n del consumo de energ3a de viviendas y edificaciones a trav3s de la implementaci3n de dise1os bioclim3tico, el uso de nuevos materiales y de tecnolog3as limpias. | Se contar3 con servicio de energ3a el3ctrica para las diferentes necesidades que se requieran en la obra, adicionales a la acometida municipal para efectos de energ3a el3ctrica para edifi3n.   |
| <b>G035</b> | Establecer medidas que incrementen la eficiencia energ3tica de las instalaciones dom3sticas existentes.  |  |
| <b>G036</b> | Establecer medidas que incrementen la eficiencia energ3tica de las instalaciones industriales existentes.  | El proyecto no corresponde a instalaciones industriales.   |
| <b>G037</b> | Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificaci3n agro-ecol3gica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producci3n de cultivos; en   | No aplica el criterio en cita. El proyecto no pretende el desarrollo de actividades agr3colas o de cultivo.  |

| No.         | Acción general  | Vinculación del proyecto   |
|-------------|---|--|
|             | diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.   |  |
| <b>G038</b> | Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono   | No aplica dicha acción al desarrollo del proyecto.   |
| <b>G039</b> | Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.   | Corresponde a la autoridad estatal y/o local la formulación de instrumentos de planeación como son los ordenamientos ecológicos. |
| <b>G040</b> | Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.   | No aplica al proyecto, la naturaleza de las obras no corresponden al sector industrial.  |
| <b>G041</b> | Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios   | Corresponde a la autoridad local, la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano.  |
| <b>G042</b> | Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados   | No aplica. El desarrollo del proyecto no generará contaminantes de emisiones a la atmósfera.                                     |
| <b>G043</b> | LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable. | Corresponde a la autoridad ambiental lo citado en la presente acción.  |
| <b>G044</b> | Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras   | No aplica el criterio. El proyecto no corresponde a actividades pesqueras.   |
| <b>G045</b> | Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.  | No aplica el criterio. El proyecto no corresponde a actividades de transporte público.   |
| <b>G046</b> | Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte  |  |
| <b>G047</b> | Impulsar la diversificación de actividades productivas  | No aplica al proyecto. La naturaleza de las obras se refiere al sector turístico.  |
| <b>G048</b> | Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales   | No aplica. Corresponde a la autoridad instrumentar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales       |

| No.         | Acci3n general  | Vinculaci3n del proyecto  |
|-------------|---|---|
| <b>G049</b> | Fortalecer la creaci3n o consolidaci3n de los comit3s de protecci3n civil.  | No aplica. Corresponde a la autoridad la consolidaci3n de comit3s de protecci3n civil.  |
| <b>G050</b> | Promover que las construcciones de las casas habitaci3n sean resistentes a eventos hidrometeorol3gicos.   | Aunque el proyecto no contempla la construcci3n de casas habitaci3n, pero si la construcci3n de un hotel, es evidente que dentro del dise1o y proceso constructivo se considere lo citado en el criterio, ante el posible evento hidrometeorol3gico como son los huracanes por la ubicaci3n del predio. |
| <b>G051</b> | Realizar campa1as de concientizaci3n sobre el manejo adecuado de residuos s3lidos urbanos.  | En el desarrollo del proyecto contempla un Programa de manejo integral de residuos, en el que se incluye el manejo de residuos no peligrosos.   |
| <b>G052</b> | Implementar campa1as de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrizaci3n, limpieza de solares, separaci3n de basura, etc.).   |   |
| <b>G053</b> | Instrumentar programas y mecanismos de reutilizaci3n de las aguas residuales tratadas.  | Posterior al tratamiento de aguas residuales, ser3n canalizados para el uso en el riego de aguas verdes o en su defecto descargas a la red municipal.   |
| <b>G054</b> | Promover en el sector industrial la instalaci3n y operaci3n adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.  |   |
| <b>G055</b> | La remoci3n parcial o total de vegetaci3n forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, s3lo podr3 llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y dem3s disposiciones jur3dicas aplicables. | El desarrollo del proyecto requiere del cambio de uso de suelo de 3reas forestales de conformidad a con los preceptos establecidos en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, sin embargo no habr3 aprovechamiento de recursos maderables.   |
| <b>G056</b> | Promover e impulsar la construcci3n y adecuada operaci3n de sitios de disposici3n final de residuos s3lidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.  | No aplica. No se contempla la construcci3n de sitios de disposici3n final de residuos s3lidos urbanos, peligrosos o de manejo especial.   |
| <b>G057</b> | Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio clim3tico.   | No aplica al proyecto el criterio en cita.  |
| <b>G058</b> | La gesti3n de residuos peligrosos deber3 realizarse conforme a lo establecido por la legislaci3n vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.  | El proyecto contempla un Programa de Manejo Integral de residuos, en el que se incluye el manejo de residuos peligrosos de conformidad a la legislaci3n ambiental.  |

Documento Técnico Unificado (DTU) Modalidad-B Regional para el proyecto  
**“Hotel Riviera Cancún”**

| No.         | Acción general   | Vinculación del proyecto  |
|-------------|--|---|
| <b>G059</b> | El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.  | El proyecto se encuentra dentro de la zona de influencia del área natural protegida denominada “Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté”, para ello se ha presentado el análisis correspondiente en el apartado del ANP’s dentro de presente capítulo. Aunado al establecimiento de medidas adicionales o estrategias ambientales a favor del ANP.  |
| <b>G060</b> | Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.   | En el desarrollo del proyecto no se contempla la afectación de vegetación acuática.   |
| <b>G061</b> | La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.  | No aplica. No habrá actividades en zona de marina.  |
| <b>G062</b> | Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.   | No aplica. No se contemplan actividades agropecuarias.  |
| <b>G063</b> | Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos  | No aplica. No se contemplan actividades pesqueras, ni acuícolas.<br>Corresponde a la autoridad la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas.   |
| <b>G064</b> | La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.                         | El desarrollo de las obras no corresponde a la construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas, sin embargo por la ubicación del proyecto, se ha presentado un análisis correspondiente entorno al desarrollo del proyecto con respecto al comportamiento hidrológico superficial y subterráneo, en el cual se ha evidenciado que no habrá afectación de los flujos subterráneos o superficiales. |
| <b>G065</b> | La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva. | El proyecto se encuentra dentro de la zona de influencia del área natural protegida denominada “Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté”, para ello se ha presentado el análisis correspondiente en el apartado del ANP’s dentro de presente capítulo.  |

**Tabla III.15** Vinculaci3n de las obras con respecto a las acciones espec3ficas.

| No.         | Acci3n espec3ficas  | Vinculaci3n del proyecto  |
|-------------|---|---|
| <b>A005</b> | Fomentar la reducci3n de p3rdida de agua durante los procesos de distribuci3n de la misma.  | No habr3 p3rdidas de agua en la distribuci3n, ya que dentro del mismo predio se tratar3 el agua extra3da de pozos, a fin de potabilizarla y distribuirla en los diferentes servicios del hotel.   |
| <b>A006</b> | Implementar programas para la captaci3n de agua de lluvia y el uso de aguas grises.   | En el desarrollo del proyecto se ha considerado el drenaje pluvial a fin de captar el agua de lluvia y canalizarla a pozos de absorci3n, asimismo se ha considerado, el re3so de aguas residuales tratadas en las 3reas jardinadas del predio.    |
| <b>A007</b> | Promover la constituci3n de 3reas destinadas voluntariamente a la conservaci3n o ANP en 3reas aptas para la conservaci3n o restauraci3n de ecosistemas naturales. | Corresponde a la autoridad la constituci3n de 3reas naturales protegidas.   |
| <b>A008</b> | Evitar las actividades humanas en las playas de anidaci3n de tortugas marinas, salvo aquellas que est3n autorizadas en los programas de conservaci3n.             | Las obras colindan con zona de playa, sin embargo, la playa presente en el sitio del proyecto no es sitio de anidaci3n, ni reproducci3n de tortugas marinas.  |
| <b>A009</b> | Fortalecer la inspecci3n y vigilancia en las zonas de anidaci3n y reproducci3n de las tortugas marinas.   |   |
| <b>A010</b> | Fortalecer el apoyo econ3mico de las actividades de conservaci3n de las tortugas marinas.   |   |
| <b>A011</b> | Establecer e impulsar programas de restauraci3n y recuperaci3n de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.              | Se han considerado acciones en compensaci3n por el cambio de uso de suelo, a fin de compensar la cobertura vegetal que se pretende desmontar (Ver Cap3tulo VII del presente DTU), a3n y cuando el proyecto no pretende actividades agropecuarias. |
| <b>A012</b> | Promover la preservaci3n de las dunas costeras y su vegetaci3n natural, a trav3s de la ubicaci3n de la infraestructura detr3s del cord3n de dunas frontales.      | Actualmente, en el sitio del proyecto no se tiene la presencia de duna costera. La parte frontal del predio (hacia el mar), subyace un cord3n de roca que sobresale del terreno y que divide la playa y el predio de estudio.                     |

Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad-B Regional para el proyecto  
**“Hotel Riviera Canc3n”**

| No.         | Acci3n espec3ficas   | Vinculaci3n del proyecto  |
|-------------|--|---|
|             |  | Este cord3n tiene de 3 a 7 m de altura y antiguamente (en el holoceno) fue una duna de playa que sufri3 un proceso de compactaci3n y cementaci3n, quedando como un aforamiento rocoso (Consultar Estudio Geomorfol3gico como Anexo del presente DTU).   |
| <b>A013</b> | Establecer las medidas necesarias para evitar la introducci3n de especies potencialmente invasoras por actividades mar3timas en los t3rminos establecidos por los art3culos 76 y 77 de la Ley de Navegaci3n y Comercio Mar3timo. | No habr3 introducci3n de especies potencialmente invasoras.   |
| <b>A014</b> | Instrumentar campa3as de restauraci3n, reforestaci3n y recuperaci3n de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecol3gica.   | La ubicaci3n de las obras que conforman el proyecto, se encuentran fuera de zonas de manglar. El predio se encuentra a una distancia aproximada de 14.3 m hacia el mangle, (Ver Figura III.10). El proyecto pretende llevar acabo estrategias ambientales orientadas a la prevenci3n de contaminaci3n de suelo, agua y aire. Con objeto de la no afectaci3n al ecosistema relevante como es el humedal costero presente.                              |
| <b>A015</b> | Promover e impulsar la reubicaci3n de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.   | Actualmente, en el sitio del proyecto no se tiene la presencia de duna costera. Como se indic3 con anterioridad, la parte frontal del predio (hacia el mar), subyace un cord3n de roca que sobresale del terreno y que divide la playa y el predio de estudio. Este cord3n tiene de 3 a 7 m de altura y antiguamente (en el holoceno) fue una duna de playa que sufri3 un proceso de compactaci3n y cementaci3n, quedando como un aforamiento rocoso. |
| <b>A016</b> | Establecer corredores biol3gicos para conectar las ANP existentes o las 3reas en buen estado de conservaci3n dentro del ASO.   | En relaci3n a esta acci3n, se manifiesta que no hay corredores biol3gicos en el predio, raz3n por la que no se prev3 el establecimiento de los mismos.  |
| <b>A017</b> | Establecer e impulsar programas de restauraci3n, reforestaci3n y recuperaci3n de zonas degradadas.   | El desarrollo del proyecto contempla acciones de restauraci3n y recuperaci3n del suelo, en aquellas superficies que se ver3n  |

Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad-B Regional para el proyecto  
**“Hotel Riviera Canc3n”**

| No.         | Acci3n espec3ficas  | Vinculaci3n del proyecto   |
|-------------|---|--|
|             |   | afectadas temporalmente dentro del predio.   |
| <b>A018</b> | Promover acciones de protecci3n y recuperaci3n de especies bajo alg3n r3gimen de protecci3n considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protecci3n ambiental-Especies Nativas de M3xico de Flora y Fauna Silvestre-Categor3a de Riesgo y Especificaciones para su Inclusi3n, Exclusi3n o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010). | El proyecto se ajusta a la acci3n en cita, en virtud de que se contemplan acciones de rescate y reubicaci3n de especies tanto de flora y fauna sujetas a protecci3n legal de acuerdo a la NOM-059 SEMARNAT-2010.   |
| <b>A019</b> | Los programas de remediaci3n que se implementen, deber3n ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevenci3n y gesti3n Integral de los Residuos, y dem3s normatividad aplicable.  | El proyecto contempla la implementaci3n de un Programa de manejo integral de residuos de conformidad a la legislaci3n ambiental a fin de evitar riesgos de contaminaci3n al suelo, agua y aire.  |
| <b>A021</b> | Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.   | Durante el desarrollo del proyecto, no habr3 descargas de aguas residuales, estas ser3n tratadas y controladas. En cuanto a emisiones a la atm3sfera, solo ser3n de manera temporal en las etapas de preparaci3n del sitio y construcci3n del proyecto las cuales, ser3n controladas mediante el mantenimiento de la maquinaria y equipo a usar. No habr3 dep3sitos de residuos en el suelo, se implementar3 un Programa de manejo integral de residuos. |
| <b>A022</b> | Fomentar programas de remediaci3n y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.  | No aplica al proyecto. No habr3 actividades en agua marina que sean afectadas por manejo de hidrocarburos.   |
| <b>A023</b> | Fomentar la aplicaci3n de medidas preventivas y correctivas de contaminaci3n del suelo con base a riesgo ambiental, as3 como la aplicaci3n de acciones inmediatas o de emergencia y tecnolog3as para la remediaci3n in situ, en t3rminos de la legislaci3n aplicable.   | El proyecto contempla medidas preventivas y correctivas de contaminaci3n del suelo por alg3n inadecuado manejo de residuos, en el caso de una emergencia o contingencia de alg3n derrame de aceite o combustible por la maquinaria a utilizar en el proceso constructivo se tomar3n las acciones inmediatas para la remediaci3n in   |



Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad-B Regional para el proyecto  
**“Hotel Riviera Canc3n”**

| No.         | Acci3n espec3ficas   | Vinculaci3n del proyecto  |
|-------------|--|---|
|             |  | situ.   |
| <b>A024</b> | Fomentar el uso de tecnolog3as para reducir la emisi3n de gases de efecto invernadero y part3culas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea t3cnicamente viable.  | No aplica. No habr3 generaci3n de emisiones a la atmosfera durante etapa operativa del proyecto. Sin embargo en la etapa operativa habr3 emisiones a la atm3sfera de manera temporal por la maquinaria, y a fin de reducir las emisiones, ser3n sometidos a mantenimiento previo a su utilizaci3n.                                  |
| <b>A025</b> | Promover la participaci3n de las industrias en acciones tendientes a una gesti3n adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminaci3n de suelos y fomentar su preservaci3n.   | Durante el desarrollo de las obras, se contempla la implementaci3n de un Programa de manejo integral de residuos, que incluye el manejo de residuos peligrosos a fin de prevenir la contaminaci3n al suelo.   |
| <b>A026</b> | Promover e impulsar el uso de tecnolog3as "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su 3rea de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnolog3as de reducci3n de emisiones de gases de efecto invernadero.   | El proyecto no corresponde a sector industrial. El proyecto se refiere al sector tur3stico. La operaci3n del mismo no generar3 emisiones a la atm3sfera.  |
| <b>A027</b> | Mantener al m3nimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbaci3n.   | No aplica. No habr3 desarrollo de obras en zona de playa. El predio colinda con la dicha zona y ser3 respetada.   |
| <b>A028</b> | Promover las medidas necesarias para que la instalaci3n de infraestructura de ocupaci3n permanente sobre el primero o segundo cord3n de dunas evite generar efectos negativos sobre su estructura o funci3n ecosist3mica.  | En el dise1o del proyecto se ha considera las obras de cimentaci3n y edificaci3n pero no en zona duna costera debido a la ausencia de la misma (Ver Estudio Geomorfol3gico). De esta forma se ajusta el proyecto a la acci3n en cita.   |
| <b>A029</b> | Promover la preservaci3n del perfil de la costa y los patrones naturales de circulaci3n de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorol3gica o desastre natural. | El perfil de la costa se mantendr3, as3 como los patrones naturales de circulaci3n de corrientes alineadas a la costa no ser3n perturbados, ya que no habr3 desarrollo de obras o infraestructura en zona marina. El proyecto hotelero se pretende evidentemente en zona continental. Por lo que, no habr3 modificaci3n de l3nea de |

Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad-B Regional para el proyecto  
**“Hotel Riviera Canc3n”**

| No.         | Acci3n espec3ficas  | Vinculaci3n del proyecto  |
|-------------|---|---|
| <b>A030</b> | Generar o adaptar tecnolog3as constructivas y de ingenier3a que minimicen la afectaci3n al perfil costero y a los patrones de circulaci3n de aguas costeras.  | costa. El proyecto se ajusta a los criterios en cita.   |
| <b>A031</b> | Promover la preservaci3n de las caracter3sticas naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.   | El proyecto se ubica pr3ximo al sistema lagunar Manglares Nichupt3. Sin embargo entre el predio y el sistema lagunar, no hay barra arenosa. La vegetaci3n que prevalece en el l3mite noreste del predio hacia al sistema lagunar es vegetaci3n secundaria de selva mediana subperennifolia.   |
| <b>A032</b> | Promover el mantenimiento de las caracter3sticas naturales, f3sicas y qu3micas de playas y dunas costeras.  | No habr3 afectaci3n en zona de playas. No se pretende el desarrollo de obra y actividades del proyecto en playa. Si bien es cierto que ser3 atractivo para la visita tur3stica, se implementaran medidas para mantener limpia la zona de playa, a fin de mantener las caracter3sticas naturales f3sicas y naturales de la playa. En torno a duna costera, actualmente el sitio del proyecto no cuenta con duna (Consultar Estudio Geomorfol3gico) |
| <b>A033</b> | Fomentar el aprovechamiento de la energ3a e3lica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.   | No aplican las especificaciones. El proyecto no corresponde al sector energ3tico.   |
| <b>A037</b> | Promover la generaci3n energ3tica por medio de energ3a solar.   |   |
| <b>A038</b> | Impulsar el uso de los residuos agr3colas para la generaci3n de energ3a y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones m3s secas.  | No aplican las acciones, en virtud de que el proyecto no llevar3 actividades agr3colas.   |
| <b>A040</b> | Impulsar la sustituci3n de las actividades de pesca extractiva por actividades de producci3n acu3cola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnolog3as que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales. | No aplica. El desarrollo del proyecto no pretende actividades pesqueras, ni de producci3n acu3cola.   |

| No.         | Acción específicas  | Vinculación del proyecto   |
|-------------|---|--|
| <b>A044</b> | Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías   |  |
| <b>A046</b> | Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas                | No aplica. El proyecto no pretende actividades de embarcaciones.   |
| <b>A048</b> | Contribuir a redimensionar y ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y estados actuales y previsibles de las poblaciones en explotación.                          | No aplican las acciones. No se contemplan actividades pesqueras.   |
| <b>A049</b> | Contribuir a la construcción, modernización y ampliación de la infraestructura portuaria de apoyo a la producción pesquera y turística para embarcaciones menores.                                  |  |
| <b>A050</b> | Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.                                  | Corresponde a la autoridad local, promover el desarrollo urbano mediante Programas de Desarrollo Urbano.<br>Se destaca que para el desarrollo del proyecto se ha considerado lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano. |
| <b>A051</b> | Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.  | Dentro de las obras manifestadas, la construcción de vialidades será interno dentro del predio. No se pretende la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos.   |
| <b>A052</b> | Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.                       | No aplican las especificaciones. No se contemplan actividades de cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques.   |
| <b>A053</b> | Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.   | No aplica. El proyecto no corresponde a actividades de tipo productivas extensivas.  |
| <b>A054</b> | Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto | El proyecto corresponde al sector turístico y no al sector productivo en que se requiera la aplicación de tecnologías. Sin embargo de acuerdo a la naturaleza de las obras se  |

Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad-B Regional para el proyecto  
**“Hotel Riviera Canc3n”**

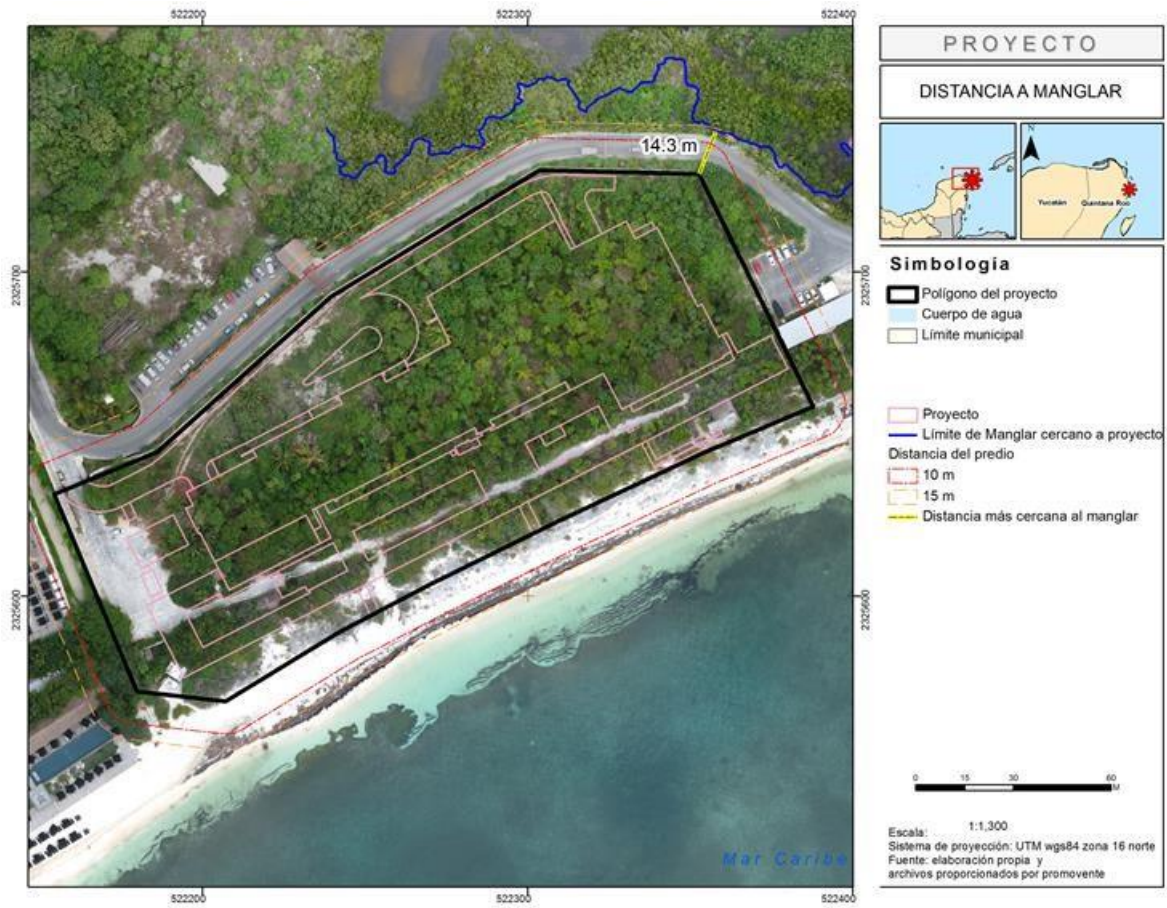
| No.         | Acci3n espec3ficas  | Vinculaci3n del proyecto  |
|-------------|---|---|
|             | ambiental.  | implementaran estrategias ambientales para minimizar impactos ambientales que son convergentes con la acciones en cita.   |
| <b>A055</b> | Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producci3n agropecuaria para actuar sin3rgicamente sobre el territorio y la poblaci3n que lo ocupa.   | Corresponde a la autoridad local lo citado en la acci3n, aunado a que no se contempla la producci3n agropecuaria.   |
| <b>A057</b> | Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundaci3n y derrumbe, zonas de restauraci3n ecol3gica, en humedales, dunas costeras y manglares. | Corresponde a la autoridad local la supervisi3n del no establecimiento en zona de riesgo.   |
| <b>A058</b> | Realizar campa3as para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.  | No aplica la acci3n al proyecto que nos ocupa.  |
| <b>A059</b> | Identificar, reforzar o dotar de equipamiento b3sico a las localidades estrat3gicas para la conservaci3n y/o el desarrollo sustentable.   | No aplica. El proyecto no corresponde al desarrollo de equipamiento b3sico.   |
| <b>A060</b> | Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorol3gicos extremos.   | Corresponde a la autoridad local, la supervisi3n en el establecimiento de sistemas de alerta. En particular el responsable del proyecto, consiente de ante la posible presencia de eventos hidrometeorol3gicos se tomar3n las medidas necesarias para evitar riesgos accidentales con el turista y el personal operativo. |
| <b>A061</b> | Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginaci3n  | Corresponde a la autoridad local, lo indicado por la acci3n.  |
| <b>A062</b> | Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposici3n final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.               | El proyecto contempla un Programa de Manejo Integral de Residuos, sin embargo ser3 contratada una empresa especializada y acreditada para el manejo adecuado y disposici3n final de residuos peligrosos y de manejo especial.   |
| <b>A063</b> | Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.   | Est3s acciones no aplican al proyecto, ya no se prev3 la instalaci3n de plantas de  |

Documento Técnico Unificado (DTU) Modalidad-B Regional para el proyecto  
**“Hotel Riviera Cancún”**

| No.  | Acción específicas  | Vinculación del proyecto  |
|------|---|---|
| A064 | Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.  | tratamiento y las aguas residuales que se generarán durante las etapas de preparación del sitio y construcción, serán provenientes de los hidrosanitarios instalados para los trabajadores de la obra y para el desarrollo del proyecto, se contempla que las aguas residuales se conduzcan a la red de drenaje a cargo de la Comisión de agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo (Capanet). |
| A065 | Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.   | Corresponde a la autoridad incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas para dar tratamiento terciario a los efluentes e inyectar aguas de mayor calidad al manto freático en apoyo, en su caso, a la restauración de humedales.  |
| A066 | Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.   | El proyecto contempla la instalación de drenaje pluvial, la conducción o canalización de aguas pluviales hacia pozos de absorción.  |
| A067 | Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.   | Aun y cuando no habrá actividades en zona marina, pero si en costera, se llevará a cabo un manejo integral de los residuos conforme la normatividad aplicable.  |
| A068 | Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.  | En el manejo de residuos se contempla el tratamiento y disposición final de los diferentes tipos de residuos, para ello será contratada una empresa especializada y debidamente acreditada para tal fin. Ajustándose al criterio en cita.   |
| A069 | Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.  | Como se ha venido indicando, en el desarrollo del proyecto se implementará un Programa de Manejo de Residuos para una disposición adecuada de los mismos.   |
| A070 | Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al | Corresponde a la autoridad ambiental establecer acciones coordinadas con el sector turístico para la conservación de ecosistemas. Sin embargo, el responsable del proyecto, consiente del compromiso ambiental, y en apego a los ordenamientos e instrumentos legales, se han diseñado una  |

Documento Técnico Unificado (DTU) Modalidad-B Regional para el proyecto  
**“Hotel Riviera Cancún”**

| No.         | Acción específicas   | Vinculación del proyecto  |
|-------------|--|---|
|             | desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.   | serie de medidas o estrategias ambientales a fin de reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Lo que hace que el proyecto sea congruente con la acción en cita. |
| <b>A072</b> | Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.   | Corresponde a la autoridad la establecer los criterios de sustentabilidad mediante certificaciones ambientales nacionales o internacionales para desarrollo turísticos.   |
| <b>A073</b> | Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al turismo (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora), con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.                         | No aplica. El proyecto no corresponde a desarrollo portuario.   |
| <b>A074</b> | Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al tráfico comercial de mercancías (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora); con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales. |   |



**Figura III.10** Ubicación del predio respecto a la vegetación de mangle.

Dentro del mismo ordenamiento, se han establecido diversos criterios de regulación ecológica de acuerdo a diversas zonas, que en partir por la ubicación del proyecto, son aplicables aquellos criterios definido en la “Zona Costera Inmediata del Mar Caribe”.

**Tabla III.16** Criterio de Regulación Ecológica “Zona Costera Inmediata del Mar Caribe”.

| No.           | Criterio   | Vinculación  |
|---------------|--|--|
| <b>ZMC-01</b> | Con el fin de proteger y preservar las comunidades arrecifales, principalmente las de mayor extensión, y/o riqueza de especies en la zona, y aquellas que representan valores culturales particulares, se recomienda no construir ningún tipo de infraestructura en las áreas ocupadas por dichas formaciones. | De acuerdo a las obras que se pretenden desarrollar para el proyecto que nos ocupa, no se contemplan obras o actividades en zona marina. |
| <b>ZMC-02</b> | Dado que los pastos marinos representan  | No habrá afectación de pastos marinos,   |



| No.           | Criterio  | Vinculación  |
|---------------|---|--|
|               | importantes ecosistemas para la fauna marina, debe promoverse su conservación y preservación, por lo que se debe evitar su afectación y pérdida en caso de alguna actividad o proyecto. La evaluación del impacto ambiental correspondiente deberá realizarse conforme a lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como a las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables. | no se contemplan obras en el ecosistema marino. La fauna marina será respetada.  |
| <b>ZMC-03</b> | Sólo se permitirá la captura de mamíferos marinos, aves y reptiles para fines de investigación, rescate y traslado con fines de conservación y preservación, conforme a lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.  | No habrá afectación de mamíferos marinos, aves y reptiles.   |
| <b>ZMC-04</b> | Con el fin de preservar zonas coralinas, principalmente las más representativas por su extensión, riqueza y especies presentes, la ubicación y construcción de posibles puntos de anclaje deberán estar sujetas a estudios específicos que la autoridad correspondiente solicite.   | En la zona de estudio, se tiene la presencia de sedimentos coralinos. En todo caso las zonas coralinas próximas al sitio del proyecto serán respetadas.  |
| <b>ZMC-05</b> | La recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales u otros ecosistemas representativos, sólo podrá llevarse a cabo bajo las disposiciones aplicables de la Ley General de Vida Silvestre y demás normatividad aplicable.  | En la zona de estudio se tiene la presencia de arrecifes. El ecosistema relevante es el Sistema Lagunar “Manglares Nichupté”.  |
| <b>ZMC-06</b> | La construcción de estructuras promotoras de playas deberán estar avaladas por las autoridades competentes y contar con los estudios técnicos y específicos que la autoridad requiera para este fin.  | No se pretende el desarrollo de infraestructura en zona de playa.  |
| <b>ZMC-07</b> | Como una medida preventiva para evitar contaminación marina no debe permitirse el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos de ningún tipo en los cuerpos de agua en esta zona.   | No habrá vertimiento de hidrocarburos o productos químicos hacia cuerpos de agua. Durante el desarrollo del proyecto se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos, en que se incluye el manejo de residuos peligrosos. |
| <b>ZMC-08</b> | Con el objeto de coadyuvar en la preservación de las especies de tortugas que año con año arriban en esta zona costera, es recomendable que las actividades recreativas marinas eviten llevarse a   | La playa presente en el sitio del proyecto, no es sitio de arribo y anidación de tortugas.   |



| No.           | Criterio   | Vinculación   |
|---------------|--|---|
|               | cabo entre el ocaso y el amanecer, esto en la temporada de anidación, principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies.  |   |
| <b>ZMC-09</b> | Con el objetivo de preservar las comunidades arrecifales en la zona, es importante que cualquier actividad que se lleve a cabo en ellos y su zona de influencia estén sujetas a permisos avalados que garanticen que dichas actividades no tendrán impactos adversos sobre los valores naturales o culturales de los arrecifes, con base en estudios específicos que determinen la capacidad de carga de los mismos. | En la zona de estudio del proyecto se tiene la presencia de arrecifes. No habrá actividades en el desarrollo del proyecto que afecten éste tipo de ecosistemas. |
| <b>ZMC-10</b> | Con el fin de prevenir la contaminación y deterioro de las zonas marinas, es recomendable la difusión de las normas ambientales correspondientes en toda actividad náutica en la zona.   | No habrá actividades en el ecosistema marino.   |
| <b>ZMC-11</b> | Se requerirá que en caso de alguna actividad relacionada con obras de canalización y dragado debidamente autorizadas, se utilicen mallas geotextiles y otras tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de sedimentos, en el caso de que exista el riesgo de que se afecten o resulten dañados recursos naturales por estas obras.  | No habrá actividades u obras de canalización y dragado.   |
| <b>ZMC-12</b> | La construcción de proyectos relacionados con muelles de gran tamaño (para embarcaciones mayores de 500TRB [Toneladas de Registro Bruto] y/o 49 pies de eslora), deberá incluir medidas para mantener los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina, así como para evitar la afectación de comunidades marinas presentes en la zona.   | No habrá desarrollo de infraestructura marina como es la construcción de muelles.   |
| <b>ZMC-13</b> | Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial o deportiva deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura, en los Lineamientos para los Mecanismos de Identificación y Control del Esfuerzo Pesquero, así como el permiso de pesca correspondiente.   | No habrá actividades de pesca comercial o deportiva.  |
| <b>ZMC-14</b> | Por las características de gran volumen de los efluentes subterráneos de los sistemas asociados a  | El proyecto se encuentra en la UGA 138, colindante a ecosistemas ambientales  |

| No. | Criterio   | Vinculación   |
|-----|--|---|
|     | <p>la zona oriente de la Península de Yucatán y por la importancia que revisten los humedales como mecanismo de protección del ecosistema marino ante el arrastre de contaminantes de origen terrígeno en particular para esta región los fosfatos y algunos metales pesados producto de los desperdicios generados por el turismo, se recomienda en las UGA regionales correspondientes (UGA:139, UGA:152 y UGA:156) estudiar la factibilidad y promover la creación de áreas de protección mediante políticas, estrategias y control de uso del suelo en esquemas como los Ordenamientos Ecológicos locales o mediante el establecimiento de ANP federales, estatales, municipales, o áreas destinadas voluntariamente a la conservación que actúen de manera sinérgica para conservar los atributos del sistema costero colindante y contribuyan a completar un corredor de áreas protegidas sobre toda la zona costera del Canal de Yucatán y Mar Caribe, en particular para mantener o restaurar la conectividad de los sistemas de humedales de la Península de Yucatán.</p> | <p>relevantes. Para ello, se llevaran a cabo estrategias ambientales a fin de prevenir contaminación al ambiente, particularmente por residuos y agua residuales, tanto al medio marino como al sistema de humedales adyacente.</p> |

### **III.5.4 Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún (PDUCP-Cancún), municipio Benito Juárez, Quintana Roo (2014-2030).**

En la Declaratoria de Usos y Destinos del Suelo de la Ciudad de Cancún 2014-2030, establece en su Artículo 1 lo siguiente:

**Artículo 1.** *Este Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio Benito Juárez, Quintana Roo 2014-2030. Establece:*

- I. *Las normas de control del aprovechamiento o utilización del suelo en las áreas y predios que lo integran y lo delimitan;*
- II. *Las normas aplicables a la acción urbanística, a fin de regular y controlar las acciones de conservación, mejoramiento y crecimiento que se proyecten y realicen en el mismo.*

.....

**Artículo 5. Áreas de aplicación.**

*El área de aplicación de este Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de la Ciudad de Cancún 2014-2030 es la totalidad del centro de población, el cual constituye su ámbito territorial para regular el aprovechamiento de las áreas y predios comprendiendo:*

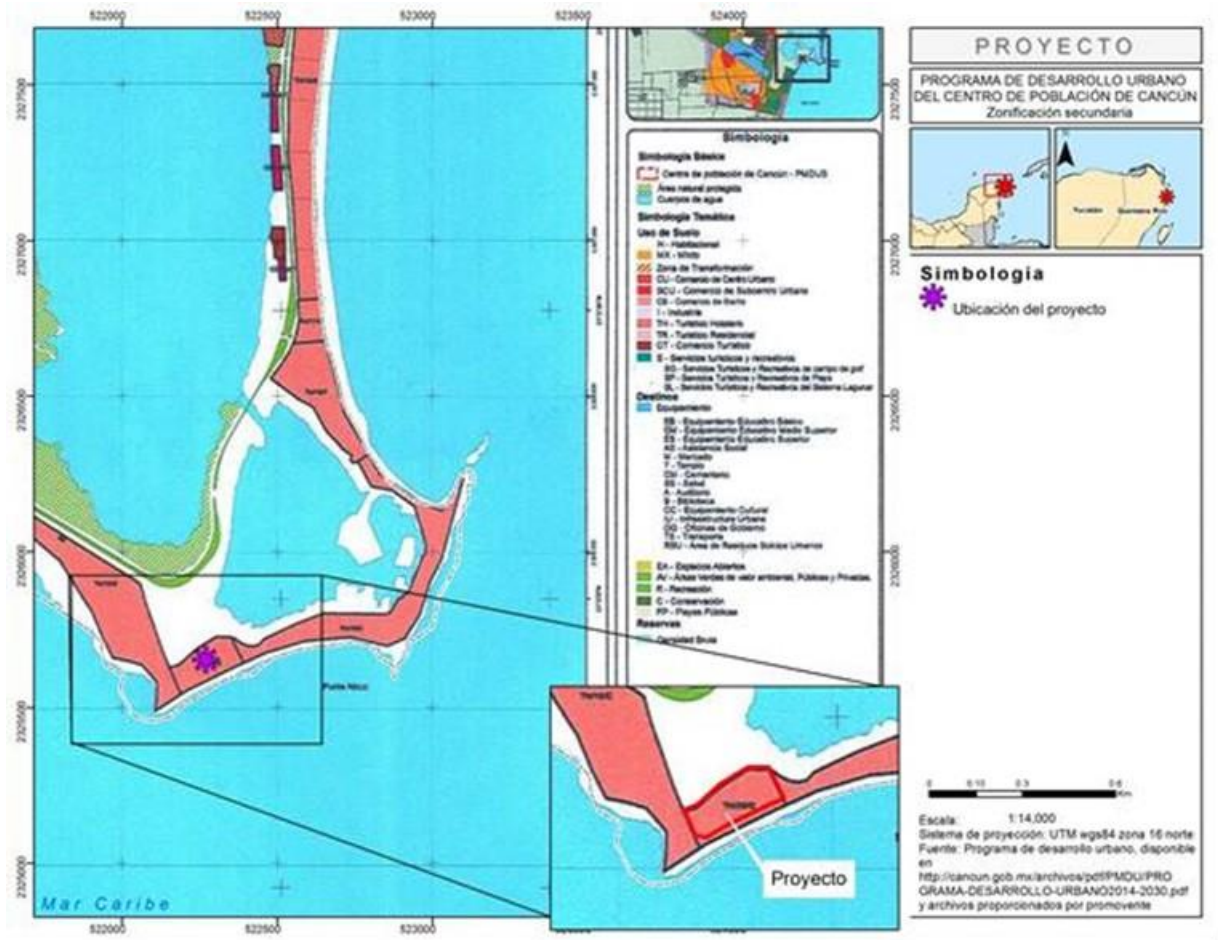
- I. *Las áreas que integran el centro de población;*
- II. *Las áreas que delimitan el centro de población y sus aprovechamientos que tienen una relación directa con el asentamiento humano en función de sus características naturales y usos en actividades productivas.*

El sitio del proyecto se encuentra dentro del ámbito de aplicación del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio Benito Juárez, Quintana Roo 2014-2030.

Ahora bien, de acuerdo a la ubicación del predio con respecto a la Zonificación Secundaria de Uso de suelo definido por el presente Programa de Desarrollo Urbano, el proyecto se encuentra en un Uso de suelo:

**TH/20/Q Turístico hotelero**

En la siguiente figura se ilustra lo antes mencionado.

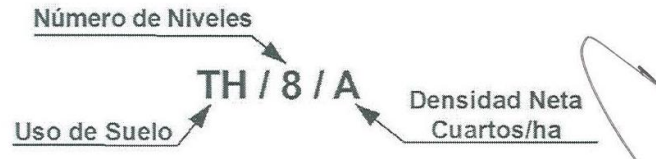


**Figura III.11** Ubicación del predio con respecto a la zonificación secundario del PDU del Centro de Población Cancún, Municipio Benito Juárez, Quintana R000 2014-2030.

❖ **Parámetros urbanos y restricciones.**

De conformidad a lo establecido en **Artículo 38 Clasificación** del PDU del Centro de Población Cancún, Municipio Benito Juárez, Quintana R000 2014-2030, se definen los parámetros urbanos y restricciones en función del tamaño real del predio y altura permitida, los cuales, se expresan en las siguientes tablas retomadas directamente del documento del PDU:

Simbolog3a de Zonificaci3n Secundaria en Zona Hotelera



**Tabla H.- Par3metros y Restricciones en funci3n del Tama3o de los lotes Tur3stico Hoteleros**

| Rango Superficie (m <sup>2</sup> ) | Frente M3nimo (m) | 3rea Libre | COS | Restricciones (m) |                   |           |         |
|------------------------------------|-------------------|------------|-----|-------------------|-------------------|-----------|---------|
|                                    |                   |            |     | Frente Principal  | Frente Secundario | Posterior | Lateral |
| menos 1,000                        | 40                | 60%        | 40% | 10                | 5                 | 5         | 5       |
| 1,000 - 2,500                      | 40                |            |     |                   |                   |           |         |
| 2,500 - 5,000                      | 40                | 50%        | 50% | 10                | 5                 | 10        | 5       |
| 5,000 - 10,000                     | 60                | 55%        | 45% | 10                | 10                | 10        | 10      |
| 10,000 - 15,000                    | 80                |            |     | 15                | 15                | 15        | 15      |
| 15,000 - 30,000                    | 100               | 60%        | 40% | 15                | 15                | 15        | 15      |
| m3s de 30,000                      | 130               | 65%        | 35% | 15                | 15                | 15        | 20      |



**Tabla H1.- Modalidades de Densidades en usos Tur3stico Hoteleros**

| Clave | Densidad Neta Cts./Ha | Clave | Densidad Neta Cts./Ha |
|-------|-----------------------|-------|-----------------------|
| A'    | 50                    | I     | 165                   |
| A     | 60                    | J     | 170                   |
| B     | 75                    | K     | 175                   |
| C     | 85                    | L     | 180                   |
| D     | 100                   | M     | 190                   |
| E     | 110                   | N     | 200                   |
| F     | 120                   | O     | 220                   |
| G     | 140                   | P     | 240                   |
| H     | 160                   | Q     | 270                   |



**Tabla H2.-** Criterio de Relaci3n de Coeficiente de Utilizaci3n del Suelo (CUS) y N3mero de Niveles en lotes Turistico Hotelero

| Niveles | CUS | Niveles | CUS |
|---------|-----|---------|-----|
| 2       | 0.5 | 12      | 2.3 |
| 3       | 0.7 | 13      | 2.4 |
| 4       | 0.9 | 14      | 2.5 |
| 5       | 1.0 | 15      | 2.6 |
| 6       | 1.2 | 16      | 2.7 |
| 7       | 1.4 | 17      | 2.8 |
| 8       | 1.6 | 18      | 2.9 |
| 9       | 1.8 | 19      | 2.9 |
| 10      | 2.0 | 20      | 3.0 |
| 11      | 2.1 |         |     |



La superficie total lote 72-03 es de 20,929.45 m<sup>2</sup>, por tal motivo de lo expresado en las tablas anteriores, corresponde la asignaci3n de los siguientes par3metros:

**Tabla III.17** Asignaci3n de par3metros urbanos y restricciones aplicables al predio.

| Frete m3nimo (m) | 3rea libre | COS | CUS | Frete principal | Frete secundario | Posterior | Lateral | Niveles | Densidad    |
|------------------|------------|-----|-----|-----------------|------------------|-----------|---------|---------|-------------|
| 100              | 60%        | 40% | 3.0 | 15 m            | 15 m             | 15 m      | 20 m    | 20      | 270 ctos/ha |

En resumen, la normatividad urbanística de acuerdo a los par3metros establecidos por el PDU y por la dimensi3n del predio, son:

- 3rea libre m3nima 60%: 11,792.532 m<sup>2</sup>
- COS 40%: 7, 861.68 m<sup>2</sup>
- CUS 3.0: 58,952.66 m<sup>2</sup>
- Niveles m3ximos 20
- Densidad neta (Cts/ ha) 270: 530
- Restricci3n: 15 m

Ahora bien, de acuerdo a lo manifestado para el proyecto que nos ocupa:

La superficie total lote 72-03 corresponde a 20,929.45 m<sup>2</sup> (100% original), sin embargo existe una superficie de terreno correspondiente a la Zona Federal Mar3timo Terrestre que

abarca un total de 1,275.23 m<sup>2</sup> (6%) eliminados por el concepto de densidad neta, los cuales se restaron de la superficie real de aprovechamiento, y consecuentemente el 3rea lote que se us3 para estimar la densidad propuesta es de **19,654.22 m<sup>2</sup>** (94% del original).

Lo anterior resulta relevante toda vez que el PDUCP-Canc3n establece como ya se analiz3, una densidad neta de 270 ctos/ha para el uso TH Tur3stico Hotelero que es la zonificaci3n mixta que posibilita el establecimiento de hoteles, condohotel, condominio tiempo compartido, conjuntos de apartamentos y villas tur3sticas.

En este orden de ideas, y como se acaba de explicar, una de las mejoras de dise1o del proyecto fue que el predio originalmente propuesto fue reducido en su 3rea efectiva en un 6% al eliminar el 3rea de ZOFEMAT, para definir el n3mero final de cuartos (530). Lo anterior se sustenta en los siguientes elementos derivados de las Definiciones del PDUCP-Canc3n, que establece:

**Densidad bruta:** n3mero de unidades, de poblaci3n o vivienda, por unidad de superficie, en que la superficie a considerar es la del predio en que se emplaza la totalidad del proyecto.

**Densidad de la edificaci3n:** el conjunto de caracter3sticas f3sicas referentes al volumen, tama1o y conformaci3n exterior, que debe reunir la edificaci3n de un lote determinado, para un uso permitido. La reglamentaci3n de la densidad de la edificaci3n determina el m3ximo aprovechamiento que se puede dar en un lote sin afectar las condiciones de la zona donde se encuentra ubicado.

**Densidad neta:** N3mero de unidades, de poblaci3n o vivienda, por unidad de superficie, siendo 3sta 3ltima la del predio en que se emplaza el proyecto, descontada la superficie destinada a equipamientos, 3reas verdes y otras superficies no destinadas a uso habitacional.

**Equipamiento:** los espacios acondicionados y edificios de utilizaci3n p3blica, general o restringida, en los que se propician a la poblaci3n servicios de bienestar social. Considerando su cobertura se clasifican en regional, central y b3sico. Cuando el equipamiento lo administra el sector p3blico este se considera un destino y cuando es propiedad del sector privado se considera un uso.



**Área verde:** porci3n de territorio ocupado por vegetaci3n generalmente localizada en los espacios urbanos y utilizados como lugar de esparcimiento y recreo por los habitantes que las circundan.

Con base en estos conceptos se presentan las siguientes conclusiones que evidencian que el proyecto se ajusta a lo establecido en el PDUCP-Canc3n, en cuanto a los parámetros de densidad:

1. Se indica de forma sucinta que la Densidad neta resulta *la del predio, descontada la superficie destinada a equipamientos, áreas jardinadas y otras superficies no destinadas a uso habitacional*, lo cual se realizó para este proyecto, y que para el caso específico de este proyecto es de 530 cuartos.
2. Conforme el Programa, el primer elemento de análisis indica que se deben descontar áreas de equipamientos, entendiéndose por tales *"los espacios acondicionados y edificios de utilizaci3n pública, general o restringida, en los que se propician a la poblaci3n servicios de bienestar social"*, en tal sentido la Zona Federal Marítima colindante al predio, es conforme lo establecido en la Ley General de Bienes Nacionales, un bien público y aplicando el concepto del PDUCP-Canc3n, es un espacio de utilizaci3n pública que si bien está sujeto a los modalidades de concesión por parte de SEMARNAT, sus características como bien público es que es inalienable, imprescriptible e inembargable, por lo para efectos del Programa en análisis, fue una superficie del 6% que se separó del predio general del proyecto para establecer la densidad neta, en *contario sensu*, de haber incluido la ZOFEMAT el total de cuartos solicitados por densidad bruta sería de 575 cuartos, cantidad mayor a los 530 cuartos que se están solicitando por densidad neta, como se explicó anteriormente.
3. Por otra parte, el mismo Programa señala que se tienen que descontar las áreas verdes, entendiéndose por tales las porciones de territorio ocupado por vegetaci3n generalmente localizada en los espacios urbanos y utilizados como lugar de esparcimiento y recreo por los habitantes que las circundan. En este sentido, el proyecto que se somete a evaluaci3n, es un desarrollo particular cuyo fin no es la generaci3n de áreas verdes, es decir de espacios urbanos para esparcimiento y recreo de habitantes que las circundan (p. ej. parques), sino que es un proyecto privado que conforme el propio PDUCP-Canc3n tiene un uso Turístico



Hotelero (TH) que permite el establecimiento de hoteles, condohotel, condominio tiempo compartido, conjuntos de apartamentos y villas turísticas, que no son para esparcimiento y recreo de los habitantes que las circundan. Lo anterior, se confirma con la descripci3n del propio proyecto, manifestada en el Capítulo II de la presente MIA-R.

Finalmente, el anterior análisis aporta la evidencia respecto a que el proyecto se ajusta jurídicamente al PDUCP-Canc3n, en cuanto al parámetro de Densidad y en específica a la neta.

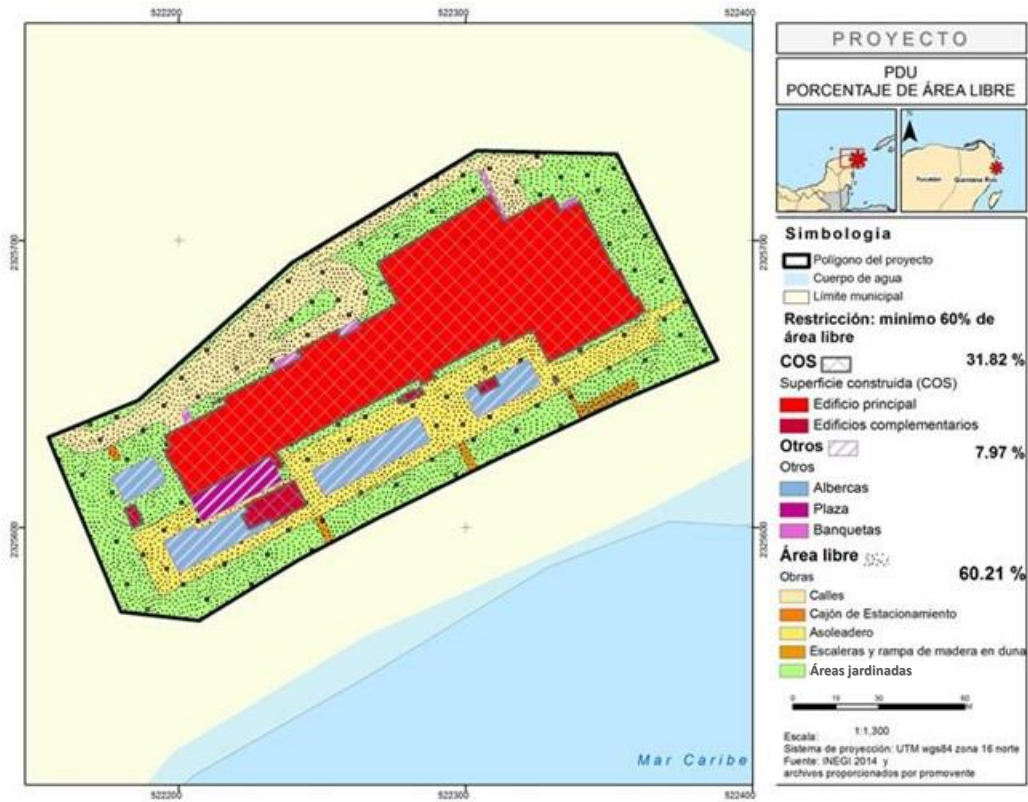
- ***Coefficiente de Ocupaci3n del Suelo (COS) y área libre.***

A continuaci3n se muestra el desglose de área de desplante que se pretende para construir para fines de cumplimiento de **COS (Coeficiente Ocupacional del Suelo)**.

**Tabla III.18** Superficie de desplante.

| Concepto                  | Área (m <sup>2</sup> ) |
|---------------------------|------------------------|
| Edificio Principal        | 5,987.68               |
| Edificios complementarios | 266.28                 |
| <b>Total</b>              | <b>6,253.96</b>        |

El proyecto ocupará un **31.82%** del **Coeficiente de Ocupaci3n del Suelo** lo equivalente a 6,253.96 m<sup>2</sup> respecto a la superficie de 19,654.22 m<sup>2</sup>. Lo permitido por el PDU (**COS= 40%**), lo que hace que el proyecto se ajuste a dicho parámetro. La distribuci3n del COS, se visualiza en la siguiente figura.



**Figura III.12** Distribuci3n de COS, 1rea libre y otros.

En lo que respecta al **1rea libre** asignada por el PDU corresponde a un **60%** de la superficie del predio. En la figura anterior, se puede visualizar la distribuci3n de las obras definidas dentro del 1rea libre, como se refiere en la siguiente Tabla.

**Tabla III.19** Superficies consideradas dentro de 1reas libre.

| Concepto                    | 1reas (m <sup>2</sup> ) |
|-----------------------------|-------------------------|
| Calles y accesos            | 2, 325.15               |
| Asoleaderos de madera       | 2, 691.81               |
| Cajones de estacionamiento  | 14.0                    |
| Escaleras y rampa de madera | 152.6                   |
| 1rea verdes                 | 6, 650.14               |
| <b>Total</b>                | <b>11, 833.7</b>        |

La superficie de 1rea libre 11, 833.7 m<sup>2</sup> equivale a un **60.21%**, de los cuales, el 1rea verde corresponde a un 56.19 % (6, 650.14 m<sup>2</sup> definida como 1rea arboleada o ajardinada) y el

43.80% (suma de superficies calles y accesos, asoleaderos, cajones de estacionamiento, escaleras y rampa de madera = 5, 183.56 m<sup>2</sup>) que corresponde a superficie de 3rea libre cubierta con material permeable que permite la infiltraci3n del agua al subsuelo.

Las superficies contabilizadas como otros corresponden al **7.97%** (1,566.56 m<sup>2</sup>), dichas obras no est3n contabilizadas dentro del 3rea libre, porque no son permeables y tampoco pueden considerarse dentro de la superficie de desplante (COS), porque forman parte un proceso constructivo sin proyecci3n vertical.

**Tabla III.20** Superficies consideradas como otros.

| Concepto     | 3reas (m <sup>2</sup> ) |
|--------------|-------------------------|
| Piscinas     | 1,149.84                |
| Plaza        | 305.32                  |
| Banquetas    | 111.40                  |
| <b>Total</b> | <b>1, 566.56</b>        |

- **Coficiente de Utilizaci3n del Suelo (CUS)**

A continuaci3n se presenta el desglose de 3rea por construir por niveles.

**Tabla III.21** 3rea construible para el edificio principal.

| Concepto             | 3rea (m <sup>2</sup> ) |
|----------------------|------------------------|
| Planta Baja          | 5,987.67               |
| Mezanine Planta Baja | 1,255.98               |
| Primer Nivel         | 3,177.27               |
| Segundo Nivel        | 3,177.27               |
| Tercer Nivel         | 3,177.27               |
| Cuarto Nivel         | 3,177.27               |
| Quinto Nivel         | 3,177.27               |
| Sexto Nivel          | 3,177.27               |
| S3ptimo Nivel        | 2,178.44               |
| Octavo Nivel         | 2,178.44               |
| Noveno Nivel         | 2,178.44               |
| Decimo Nivel         | 2,178.44               |
| D3cimo Primer Nivel  | 2,178.44               |

| Concepto             | Área (m2)        |
|----------------------|------------------|
| D3cimo Segundo Nivel | 2,178.44         |
| D3cimo Tercer Nivel  | 2,178.44         |
| D3cimo Cuarto Nivel  | 2,178.44         |
| D3cimo Quinto Nivel  | 2,178.44         |
| Entreplanta Azoteas  | 132.72           |
| <b>Total</b>         | <b>46,045.95</b> |

**Tabla III.22** Área construible para otros edificios.

| Concepto            | Área (m <sup>2</sup> ) |
|---------------------|------------------------|
| Miniclub            | 28.11                  |
| Bar Piscina         | 190.89                 |
| Bar Piscina 2       | 23.8                   |
| Toallero            | 19.22                  |
| Vestidores (2x2,13) | 4.26                   |
| <b>Total</b>        | <b>266.28</b>          |

**Nota:** El 3rea construible manifestada para los s3tanos 1 y 2, no son contabilizados para el CUS, de conformidad a lo establecido en la definici3n del CUS por el PDU.

El total de 3rea construible:

**Tabla III.23** 3rea total construible.

| Concepto           | Área (m <sup>2</sup> ) |
|--------------------|------------------------|
| Edificio principal | 46,045.95 m2           |
| Otros edificios    | 266.28 m2              |
| <b>Total</b>       | <b>46, 312.23 m2</b>   |

El proyecto ocupar3 un **Coficiente de Utilizaci3n del Suelo (CUS)** del 2.35, ya que el permitido por el PDU corresponde a CUS= 3.0. Por lo que, el proyecto se ajusta al CUS asignado.

- **Niveles**

El proyecto pretende la construcci3n de edificio principal con servicio de hotel de 16 niveles en total. Lo permitido por el PDU corresponde a un m3ximo de 20 niveles, por lo tanto el proyecto se ajusta a dicho par3metro.

- **Restricciones**

La distribuci3n de las obras respetan las restricciones como son: posterior, frontal y laterales, correspondiente a 15 metros, cuya franja se define como aquella que debe quedar libre de construcci3n (Ver siguiente figura). En el caso de restricci3n frontal, se puede ubicar en dicha franja de 15 metros, un estacionamiento o porche con techo inclinado. Se permite techar el 50% de la restricci3n frontal para estacionamiento con losa. Lo anterior conforme a lo indicado por el PDU.



**Figura III.13** Restricciones franja de 15 metros (Frente, posterior y laterales), libres de construcci3n.

- **Faja de Terreno**

En el **Artículo 39 "Usos permitidos y prohibidos"** correspondiente al PDU en discusión en su fracción I se indica lo siguiente:

**Artículo 39. Usos permitidos y prohibidos**

*I. Usos en las fajas de terreno sujetas a restricción.*

*En los terrenos que colinden con la zona federal marítimo terrestre se podrá construir el 25% del área comprendida en la faja de restricción a que se refiere el inciso b) de la fracción III del artículo 40, que no forme parte de la faja de restricción a que se refiere el inciso a) de la misma fracción.*

*Las fajas de terreno que deberán dejarse sin construir en los términos de la fracción III del artículo 40, serán usadas de la siguiente manera:*

- *El 50% de la superficie deberán dedicarse a área ajardinada.*
- *El 50% de la superficie restante se utilizará únicamente como jardines, canchas deportivas (excepto frontones), albercas, bares y restaurantes al descubierto o estacionamientos sin techar. No se usarán para construcciones provisionales.*

.....

**Artículo 40. Número e intensidad de construcciones.**

.....

**III. Restricciones.**

*Toda construcción deberá quedar separada de cualquier de los linderos del predio por las restricciones mínimas expresadas en la tabla H.*

*Para los efectos de lo dispuesto en la tabla anterior, el frente de mar, la laguna, boulevard o calle será medido con la línea mayor paralela a la línea de costa, del mar de la laguna o del lindero del boulevard o calle que pueda trazarse dentro del área de desplante de la construcción.*

*En el caso de que el área del desplante comprenda polígonos separados en un solo predio, se trazará una línea paralela mayor dentro de la cada polígono, de manera señalada en el párrafo anterior. La suma de todas las líneas paralelas trazadas no deberá exceder el porcentaje señalado de ocupación de linderos.*

*Cuando sean distintos los porcentajes de ocupación de linderos aplicables a un mismo, deberá respetarse el menor de dichos porcentajes.*

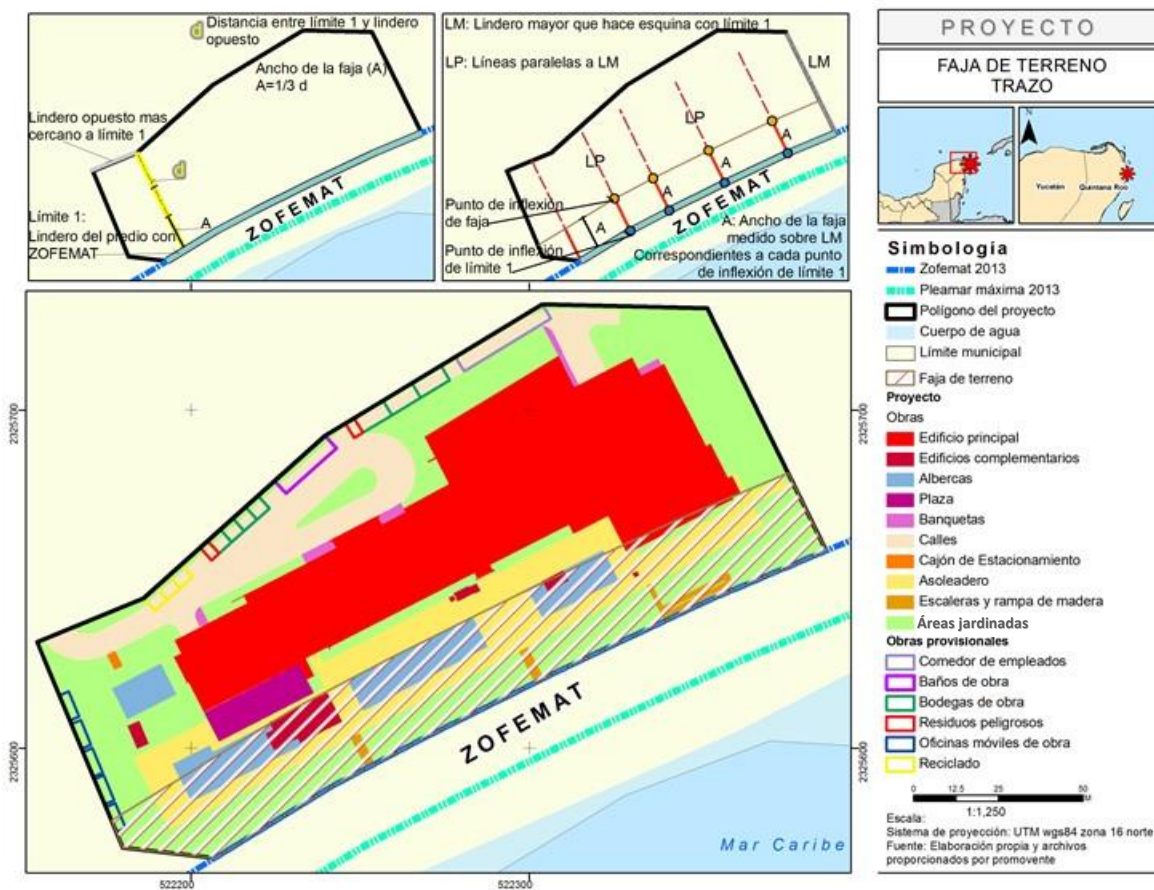
*Los predios con frente al mar o laguna tendrán dos restricciones que den a dicho frente:*

- a) La restricción especificada en la tabla anterior, contada a partir del límite de la Zona Federal Marítimo Terrestre.*
- b) La segunda restricción, que será la comprendida por una faja de terreno que tenga como límite de un lado, el lindero del predio con la zona federal marítimo terrestre, de un lado, el lindero del predio de la distancia entre dicho límite y el lindero más cercano del referido predio, opuesto a ese límite. Dicha distancia se medirá sobre líneas paralelas al lindero mayor del predio que haga esquina con el lindero del mismo predio con la zona federal citada, trazadas en cada punto en que haya una inflexión del lindero último citado.*



Los predio ubicados en el 3rea verde denominada palmar y que colinden al boulevard, tendr3n un porcentaje de ocupaci3n frente a dicho boulevard del 30%.

De conformidad a lo establecido en el Art3culo 40 inciso b) fracci3n III, se ha definido la faja de terreno, para el proyecto en particular y se ilustra de acuerdo a la siguiente figura:



**Figura III.14** C3lculo de faja de terreno de acuerdo al Art3culo 40 del PDU del Centro de Poblaci3n Canc3n, Municipio Benito Ju3rez, Quintana ROO 2014-2030.

Ahora bien, una vez que se ha realizado el c3lculo de la **faja de terreno**, result3 una superficie de **5,574.12 m<sup>2</sup>**, y retomando lo indicado en el Art3culo 39, en que se ha establecido que las fajas de terreno que deber3n dejarse sin construir, para ello el 50% de



la superficie deber3n dedicarse a 3rea ajardinada y el 50% de la superficie restante se utilizar3 3nicamente como jardines, canchas deportivas (excepto frontones), albercas, bares y restaurantes al descubierto o estacionamientos sin techar. No se usar3n para construcciones provisionales.

De acuerdo a las superficies de las obras a considerar dentro de la faja de terreno se tiene lo siguiente:

**Tabla III. 24** Relaci3n de superficies de proyecto con respecto a la faja de terreno establecido por el PDU.

| Proyecto        |                 |                |                 |             | PDU  |
|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-------------|--|
| Concepto        | Superficie (m2) | Concepto       | Superficie (m2) | Porcentajes | Porcentajes  |
| Faja de Terreno | 5574.01         | Construible    | 266.28          | 4.77%       | 25.0% Construible  |
|                 |                 | No Construible | 5292.67         | 94.95%      | 75.0% No construible<br>(50% jardinado y 50% no jardinado) |

De la tabla anterior, se presente el siguiente desglose de porcentajes con superficies, acorde a las 2 figuras que m3s adelante se presentan:

**Tabla III.25** Desglose de superficie construible en la faja de terreno

| Construible en faja de terreno |                              |
|--------------------------------|------------------------------|
| Obras                          | Superficie (m <sup>2</sup> ) |
| Edificio principal             | 70.09                        |
| Edificios complementarios      | 196.19                       |

**Total**

**266.28**

**4.77% de Construible**

**Tabla III.26** Desglose de superficie no construible en la faja de terreno

| No Construible              | No Ajardinado           | Ajardinado              |
|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Obras                       | Superficie (m2)         | Superficie (m2)         |
| Albercas                    | 899.6                   |                         |
| Asoleadero                  | 1592.51                 |                         |
| Escaleras y rampa de madera | 152.6                   |                         |
| Áreas jardinadas            |                         | 2647.96                 |
| <b>SUBTOTAL</b>             | <b>2622.11 (49.97%)</b> | <b>2647.96 (50.03%)</b> |
| <b>Total</b>                | <b>5292.67</b>          |                         |

**94.95% No Construible**

En las siguientes figuras se ilustra el desglose de superficies, de las tablas que anteceden:



**Figura III. 15.** Áreas no construibles de acuerdo a la faja de terreno.



**Figura III. 16** 3reas construibles de acuerdo a la faja de terreno.

Por 3ltimo, a continuaci3n las *obras definidas como provisionales* se plasman en la siguiente figura, de conformidad a lo indicado en el art3culo 39:

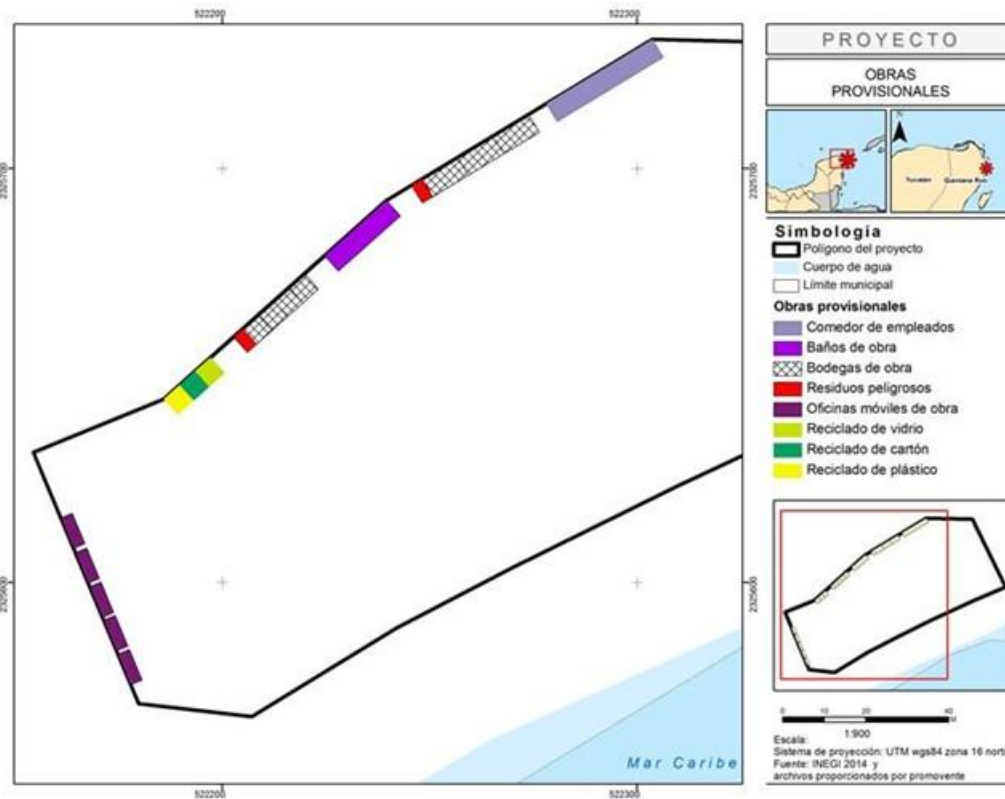
**Art3culo 39**

....

*Las fajas de terreno que deber3n dejarse sin construir en los t3rminos de la fracci3n III del art3culo 40, ser3n usadas de la siguiente manera:*

- El 50% de la superficie deber3n dedicarse a 3rea ajardinada.
- El 50% de la superficie restante se utilizar3 3nicamente como jardines, canchas deportivas (excepto frontones), albercas, bares y restaurantes al descubierto o estacionamientos sin techar. No se usar3n para construcciones provisionales.

Evidenciando que el proyecto se ajusta a lo indicado por el PDU.



**Figura III. 17** Ubicaci3n de obras provisionales, fuera de la faja de terreno.

Por los argumentos antes expuestos en lo que respecta a la restricciones en el tema de faja de terreno, el proyecto se ajusta a lo indicado por el PDU.

- **Área libre**

Retomando que el 3rea libre asignada por el PDU corresponde a un **60%** de la superficie del predio. Asimismo en el **Art3culo 40** en su **fracci3n IV**, del PDU en comento se indica lo siguiente:

**IV. Espacios libres.**

*Los espacios libres de cada predio deber3n arbolarse o enjardinarse al menos en un 50% de su superficie.*

*La superficie de los espacios libres que no se arbole o enjardine, deber3 cubrirse con material permeable que permita la infiltraci3n del agua al subsuelo.*

En la siguiente figura se ilustra los porcentajes a ocupar dentro del 3rea libre tanto ajardinado como no ajardinado (permeable).



**Figura III. 18** Distribución de área o espacio libre respecto a las obras distribuidas en todo el predio.

A continuación, se muestra el desglose en superficies de los porcentajes para las obras no arboledadas, así como el área arboledada.

**Tabla III.27** Desglose de superficies que conforman área libre (áreas arboledadas y no arboledadas)

| Concepto   | Superficie en m <sup>2</sup> | Porcentaje Superficie |
|--|------------------------------|-----------------------|
| <b>Áreas arboledada o ajardinada</b>                     |                              |                       |
| Áreas jardinadas   | 6,650.14                     | 56.20%                |
| <b>Área no arboledada (áreas con material permeable)</b> |                              |                       |
| Calles   | 2,325.15                     | 19.65 %               |
| Cajones de estacionamiento                               | 14.00                        | 0.12%                 |
| Asoleaderos  | 2,691.81                     | 22.75 %               |
| Escaleras y rampa de                                     | 152.6                        | 1.29 %                |

|          |          |               |
|----------|----------|---------------|
| madera   |          |               |
| subtotal | 5,183.56 | <b>43.80%</b> |
| Total    | 11,833.7 | <b>100%</b>   |

En base al desglose de superficies y porcentajes en el espacio o 3reas libres, se concluye que el proyecto se ajusta a lo establecido en el PDU.

- **Cajones de Estacionamiento.**

En la Tabla 2 “N3mero m3nimo de cajones de Estacionamiento” incluida en el Anexo del Reglamento de Construcci3n para el municipio de Benito Ju3rez de Quinta Roo (Anexo III.1) En su apartado **II.6.1 Hoteles** y en apego a lo indicado en el **Art3culo 9** del presente PDU, en el que indica la obligatoriedad de las Normas de Estacionamiento, se tiene lo siguiente:

- ❖ Para los primeros 20 cuartos = 1/cada 2 cuartos.
- ❖ Para cada cuarto excedente = 1/cada 4 cuartos.
- ❖ Para empleados = 1/30 m<sup>2</sup> construidos.
- ❖ 3reas de servicio (Salones de eventos y restaurantes al p3blico) = 1/30 m<sup>2</sup> construidos.

De acuerdo a las superficies a ocupar y lo manifestado para el proyecto que tiene:

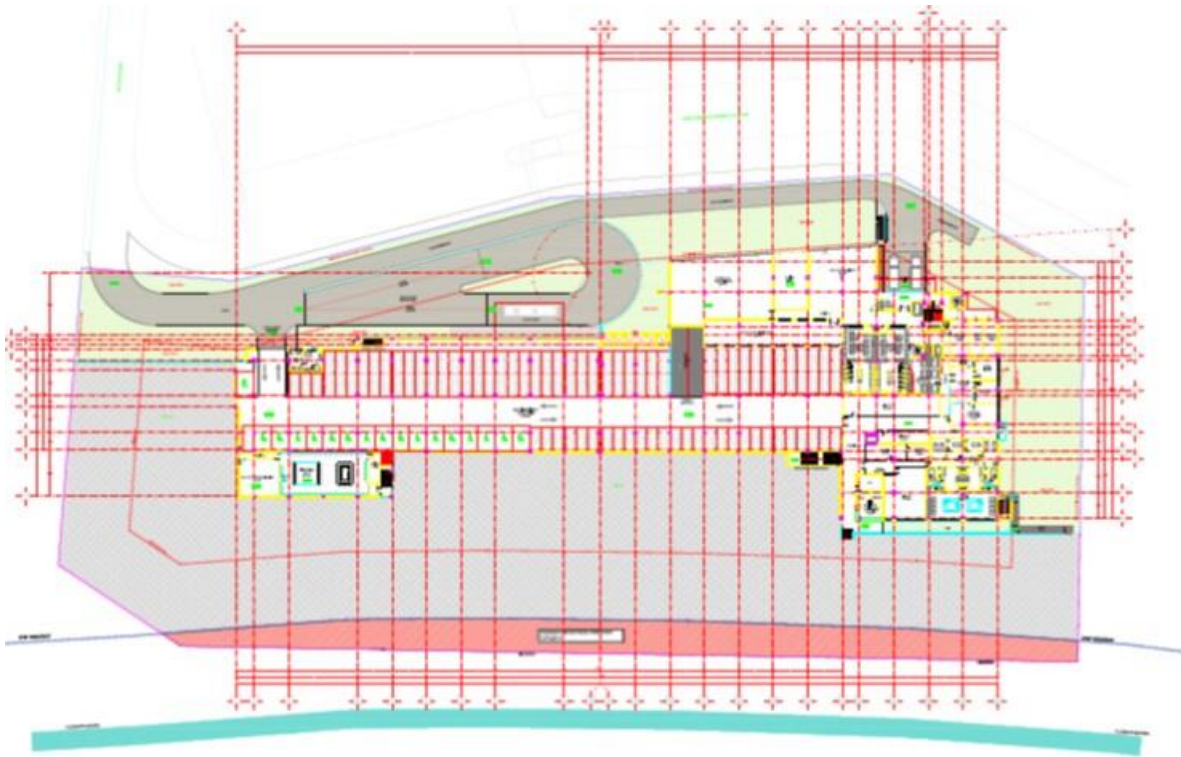
**Tabla III.28** Calculo del n3mero m3nimo cajones de estacionamiento.

| <b>CAJONES DE ESTACIONAMIENTO</b>                     |   |     |
|---|---|-----|
| Para los primeros 20 cuartos                          | 1/cada dos cuartos (20 ctos /2)                               | 10  |
| Por cada cuarto excedente                             | 1/cada cuatro cuartos (510 ctos /4)                           | 128 |
| Para empleados  | 1/30 m <sup>2</sup> construidos (1,766,36 m <sup>2</sup> /30) | 59  |
| 3reas de servicio (salones de eventos y restaurantes) | 1/30 m <sup>2</sup> construidos (6,330,45 m <sup>2</sup> /30) | 211 |
|   | TOTAL   | 408 |



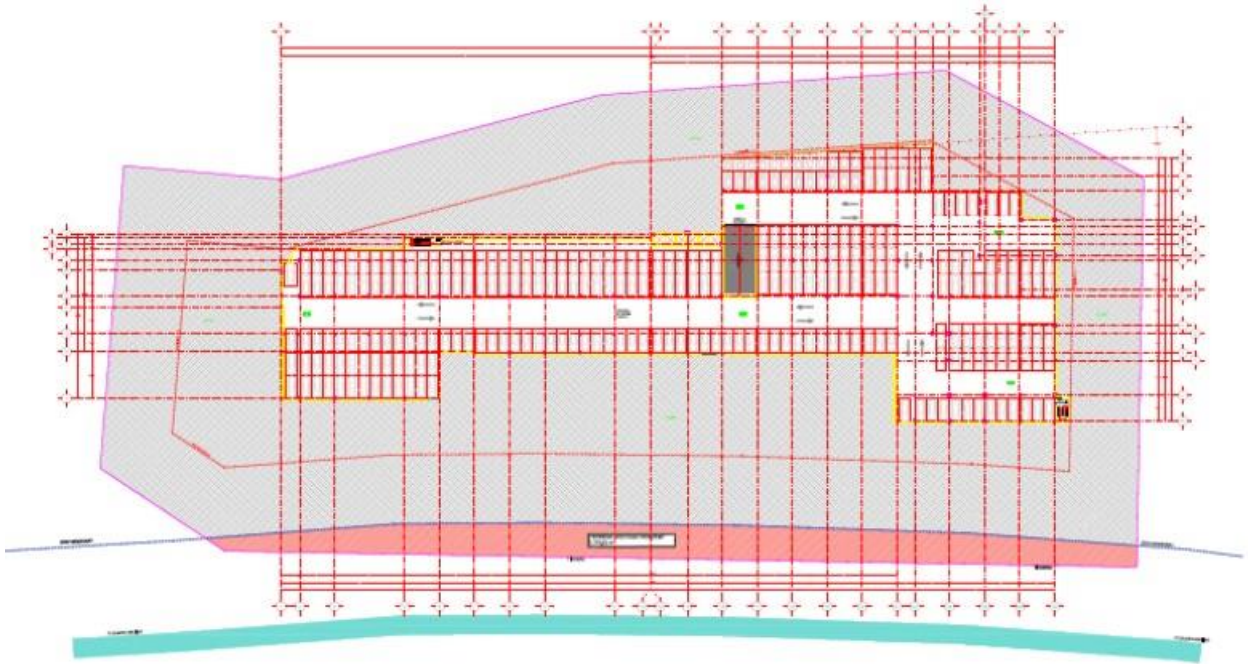
Para el proyecto se tiene un total de **414 cajones** de estacionamiento, por lo que lo m3nimo permitido es de 408 cajones, de acuerdo a n3mero total de cuartos que se pretenden construir, as3 como el 3rea construible para empleados y 3reas de servicio.

En las siguientes figuras se ilustran la ubicaci3n de los cajones de estacionamiento en los S3tanos 1 y 2.



**Figura III. 19** Vista de planta del S3tano 1 en donde se ubican cajones de estacionamiento.





**Figura III. 20** Vista de planta del S3tano 2 en donde se ubican cajones de estacionamiento.

De lo antes manifestado se concluye que el proyecto se ajusta a lo indicado en el Reglamento de Construcci3n para el municipio de Benito Ju3rez de Quinta Roo, en lo que respecta al tema de estacionamiento.

- ***Barda perimetral***

Respecto a lo indicado en el PDUCP Canc3n, Municipio de Benito Ju3rez en su Art. 39 se indica:

**Art. 39:**

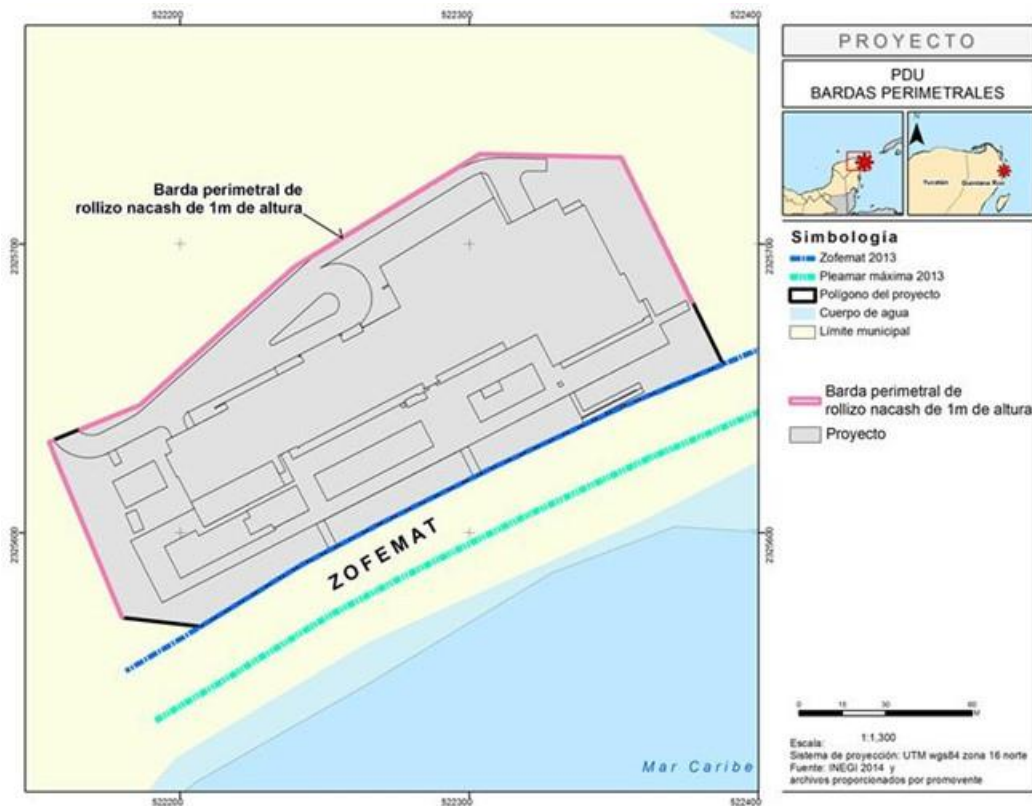
.....

*En ning3n caso se invadir3n las zonas de restricci3n con construcciones, voladizos o elementos contruidos en pisos superiores. Solo podr3n separarse los predios con*

*bardas de 1m. de a altura como m3ximo, hechas de rollizos de nacash o chit, productos de la regi3n.*

*No se podr3n construir muros de contenci3n mayores de 1. 50 m. en la zona de restricci3n que colinde con la Zona Federal Mar3timo Terrestre. Dichos muros de contenci3n deber3n estar cubiertos con piedra caliza de la regi3n.*

Al respecto cabe destacar que la barda perimetral del pol3gono que expresa gr3ficamente los l3mites del predio donde se pretende la ejecuci3n de las obras que conforman el proyecto, se pretende o proyecta de rollizo nacash a una altura de 1 metro, como se ilustra la siguiente figura:



**Figura III. 21** Bardas perimetrales del predio.



Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad-B Regional para el proyecto  
**“Hotel Riviera Canc3n”**

---

Finalmente de todos los par3metros urbanos, usos permitidos y prohibidos, as3 como las restricciones antes mencionados y establecidos en los Art3culos 38, 39 y 40 del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Poblaci3n Canc3n, Municipio Benito Ju3rez, y de conformidad al uso de suelo correspondiente TH/20/Q Tur3stico hotelero, el proyecto se ajusta a cada uno de ellos, dando cumplimiento al presente instrumento de desarrollo urbano.

### III.5.5 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Benito Juárez.

El Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez fue publicado oficialmente en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, el 20 de julio de 2005 y su modificación el 27 de febrero de 2014, la cual ha sido considerada para la presente vinculación del proyecto.

Ahora bien, de conformidad a la ubicación del predio, el proyecto se ubica dentro de la **UGA No. 21** con una Política Ambiental de **Aprovechamiento Sustentable**, tal y como se visualiza en la siguiente figura:

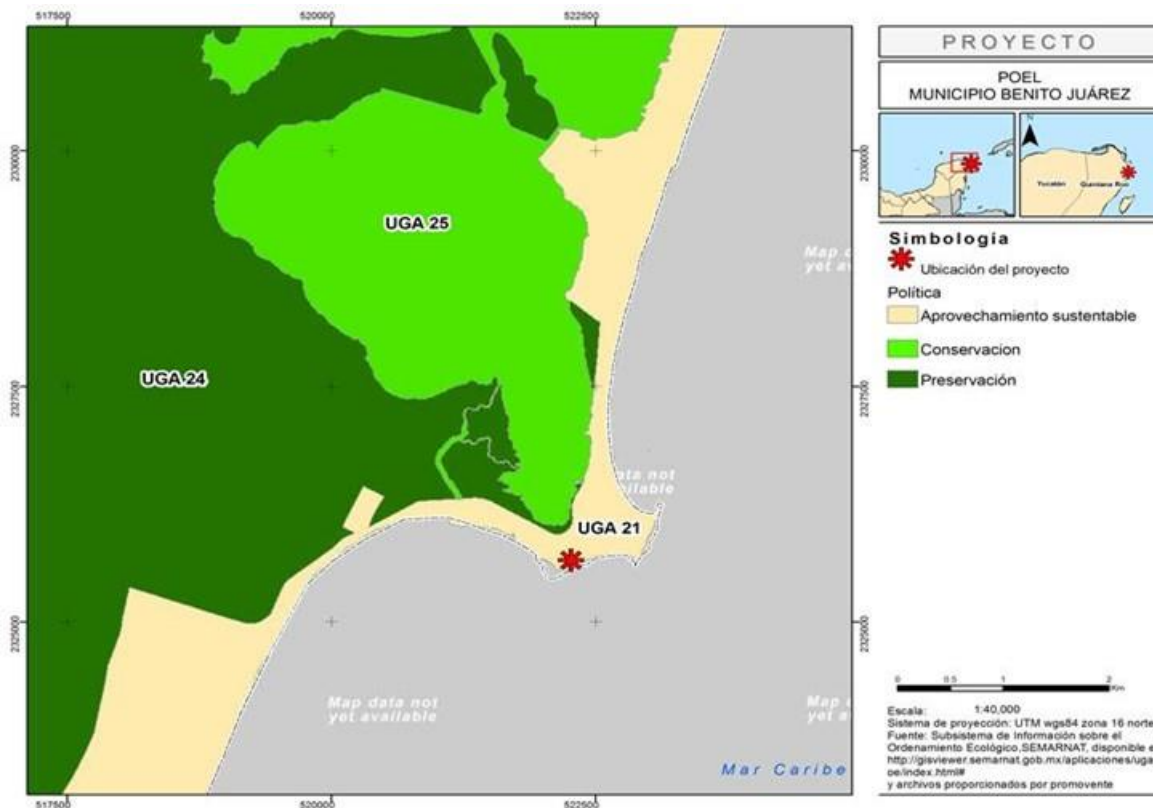
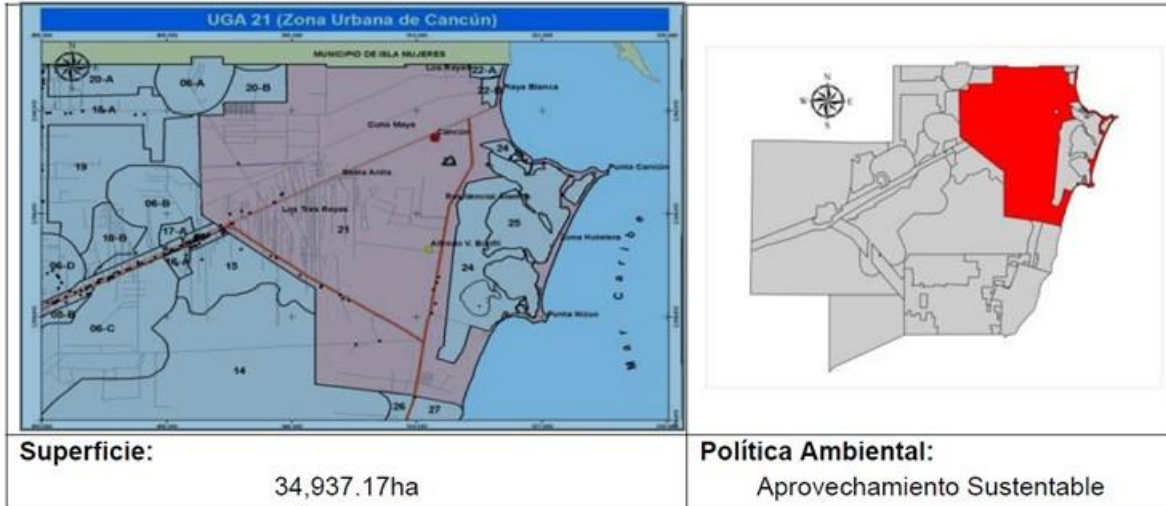


Figura III. 22 Ubicación del proyecto con respecto al POEL Benito Juárez

**UGA 21 – ZONA URBANA DE CANC3N.**



**Criterios de Delimitaci3n:**

Esta UGA se delimit3 con base en la poligonal del Centro de Poblaci3n establecida en el Programa Municipal Desarrollo Urbano Sustentable del Municipio de Benito Ju3rez (PMDUSBJ), el cual ha sido aprobado por el H. Cabildo Municipal y publicado en la Gaceta Municipal el 26 de Diciembre de 2012 y en el Peri3dico Oficial del Estado de Quintana Roo el 8 de marzo de 2013.

|  |  |
|--|--|
| <b>% de UGA que posee vegetaci3n en buen estado de conservaci3n:</b> | <b>Superficie de la UGA con importancia para la recarga de ac3feros:</b> |
| 10.92%   | 56.54%   |

**Objetivo de la UGA:**

Regular el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en las zonas de reserva para el crecimiento urbano, dentro de los l3mites del centro de poblaci3n, con el fin de mantener los ecosistemas relevantes y en el mejor estado posible, as3 como los bienes y servicios ambientales que provee la zona, previo al desarrollo urbano futuro.

**Lineamientos Ecol3gicos:**

- Se contiene el crecimiento dentro de los l3mites del centro de poblaci3n, propiciando una ocupaci3n compacta y eficiente del suelo urbano del tal manera que las reservas de crecimiento se ocupen hasta obtener niveles de saturaci3n mayores al 70% de acuerdo a los plazos establecidos en el programa de desarrollo urbano de la ciudad de Canc3n, para disminuir la tasa de deterioro de los recursos naturales.
- Las autoridades competentes deben propiciar que el crecimiento urbano sea ordenado y compacto y establecimiento al menos 12 m<sup>2</sup> de 3reas verdes accesibles por habitante, acorde a la normatividad vigente en la materia.
- Las autoridades competentes deben proporcionar el tratamiento del 100% de las agua residuales dom3sticas, as3 como la gesti3n integral de la totalidad de los residuos s3lidos generados en esta localidad.

|   |
|---|
| <b>Recursos y Procesos Prioritarios:</b><br><br>Suelo, Cobertura vegetal                                      |
| <b>Par3metros de aprovechamiento:</b><br>Sujeto a lo establecido en su Programa de Desarrollo Urbano vigente. |
| <b>Usos Compatibles:</b><br>Lo que establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano vigente.                   |
| <b>Usos Incompatibles:</b><br>Lo que establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano vigente.                 |

La definici3n de la pol3tica aplicable al proyecto contenida en el Programa de Ordenamiento, establece lo siguiente:

***Aprovechamiento sustentable:*** La utilizaci3n de los recursos naturales, en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga del ecosistema de los que forman parte dichos recursos, por per3odos definidos.

En el entendido de que el proyecto har3 uso o utilizaci3n del recurso del suelo con fines de desarrollo de actividades relacionados al sector tur3stico, tales como es el servicio hotelero, en virtud de que el predio provee de recursos esc3nicos, como es la zona de playa para atraer turistas hacia los espacios abiertos y a los h3bitats propios de la localidad, y en particular, el desarrollo de las obras y actividades se ejecutar3n a la par, con una serie de estrategias o acciones ambientales manifestadas en el presente Documento T3cnico Unificado, que est3n orientadas a respetar la integridad funcional del ecosistema, entre ellas se destacan Programas de Manejo de flora y fauna, entre otras acciones orientadas a la prevenci3n de contaminaci3n del agua, aire y suelo, lo que conlleva a conservar las condiciones ambientales actuales que prevalecen circundantes al predio. Lo anterior permite, que el desarrollo del proyecto se realice bajo una 3ptica de desarrollo sustentable, respetado la integridad funcional de los ecosistemas.

En la siguiente tabla se describe los criterios generales y específicos aplicables a la UGA de interés.

**Tabla III.29** Criterios ecológicos específicos de la UGA.

| <b>Criterios ecológicos de aplicación específica:</b> |            |  |
|---|------------|--|
| Agua  | <b>URB</b> | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17          |
| Suelo y Subsuelo                                      |            | 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29                         |
| Flora y Fauna   |            | 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41                     |
| Paisaje   |            | 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59 |

Los criterios generales aplicables definidos por el POEL son:

**Tabla III.30** Criterios generales aplicables al proyecto.

| <b>No. Criterio</b> | <b>Definición de criterio general</b>  | <b>Vinculación con las obras de modificación</b>  |
|---------------------|--|---|
| <b>CG-01</b>        | En el tratamiento de plagas y enfermedades deben manejarse de plantas y cultivos jardines y áreas de reforestación y de manejo de la vegetación nativa deben emplearse productos que afecten específicamente la plaga o enfermedad que se desea controlar, así como los fertilizantes que sean preferentemente orgánicos y estrictamente publicados en el catálogo vigente por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Substancias Tóxicas (CICOPLAFEST). | Durante el desarrollo del proyecto se ha considerado el mantenimiento de áreas jardinadas, así como las áreas de reforestación que requieran de la aplicación de dichos productos para el mantenimiento y el control de plaga o de enfermedad, las cuales se manejarán conforme al catálogo vigente por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Substancias Tóxicas (CICOPLAFEST).   |
| <b>CG-02</b>        | Los proyectos que en cualquier etapa emplean agroquímicos de manera rutinaria e intensiva, deberán elaborar un programa de monitoreo de la calidad de agua del subsuelo a fin de detectar, prevenir y en su caso, corregir la contaminación del recurso. Los resultados del Monitoreo se incorporarán a la bitácora ambiental  | En la ejecución del proyecto no se contempla el uso de agroquímicos de manera intensiva. Sin embargo se destaca que en el diseño del proyecto, las aguas residuales que se generarán durante las etapas de preparación del sitio y construcción, serán provenientes de los hidrosanitarios instalados para los trabajadores de la obra y durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, las aguas residuales que sean generadas se conducirán a la red de drenaje a cargo de la Comisión de agua |



| No.<br>Criterio | Definici3n de criterio general   | Vinculaci3n con las obras de modificaci3n   |
|-----------------|--|---|
|                 |  | Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo (Capanet), por lo que no habr3 descargas de agua residuales a cuerpos de agua o subsuelo, que contamine la calidad de agua al subsuelo.   |
| <b>CG-03</b>    | Con la finalidad de restaurar la cobertura vegetal que favorece la captaci3n de agua y conservaci3n de suelo, la superficie del predio sin vegetaci3n que no haya sido autorizada para su aprovechamiento, debe ser reforestada con especies nativas propias del h3bitat que haya sido afectada.   | El proyecto contempla acciones de reforestaci3n con especies nativas en compensaci3n por el cambio de uso de suelo. En el Cap3tulo VII del presente DTU, en las Actividades de restauraci3n por el cambio de uso de suelo, se ha indicado que para llevar a cabo las actividades de restauraci3n del sitio, en el escenario en que ya se hubiere efectuado el cambio de uso de suelo y conducirlo hasta lograr igualar las condiciones a las encontradas en un inicio, se reforestar3 con especies nativas. |
| <b>CG-04</b>    | En los nuevos proyectos de desarrollo urbano, agropecuario, suburbano, tur3stico e industrial se deber3 separar el drenaje pluvial del drenaje sanitario. El drenaje pluvial de techos, previo al peso a trav3s de un decantador para separar s3lidos no disueltos, podr3 ser empleado para la captaci3n en cisternas, dispuesto en 3reas con jardines o en las 3reas con vegetaci3n nativa remanente de cada proyecto. El drenaje pluvial de estacionamientos p3blicos y privados as3 como de talleres mec3nicos deber3 contar con sistemas de retenci3n de grasas y aceites. | El proyecto se ajusta al presente criterio. Toda vez que, en el dise1o del proyecto se ha considerado la colocaci3n del drenaje pluvial y la separaci3n respectiva del drenaje sanitario. Se ha considerado a captaci3n de agua pluvial de techos, as3 como las bajas de agua y ser3 canalizaci3n o conducci3n a pozos de absorci3n para su total aprovechamiento en infiltraci3n al subsuelo.  |
| <b>CG-05</b>    | Para permitir la adecuada recarga de ac3ifero, todos los proyectos deben acatar dispuesto en el art3culo 132 de la LEEPAQROO a la disposici3n jur3dica que la sustituya.   | El art3culo en comento se1ala:<br><i>“PARA LA RECARGA DE MANTOS ACUIFEROS, EN LAS SUPERFICIES DE PREDIOS QUE SE PRETENDAN UTILIZAR PARA OBRAS E INSTALACIONES, SE DEBERA PERMITIR LA FILTRACION DE AGUAS PLUVIALES AL SUELO Y SUBSUELO. ....<br/> PARA LOS EFECTOS DEL PARRAFO ANTERIOR EN LOS PREDIOS CON UN AREA MENOR DE 100 METROS CUADRADOS DEBERAN PROPORCIONAR COMO AREA VERDE EL 10%</i>  |



| No.<br>Criterio | Definici3n de criterio general   | Vinculaci3n con las obras de modificaci3n  |
|-----------------|--|--|
|                 |  | <p><i>COMO MINIMO; EN PREDIOS CON SUPERFICIE MAYOR DE 101 A 500 METROS CUADRADOS, COMO MINIMO EL 20%; EN PREDIOS CUYA SUPERFICIE SEA DE 501 A 3,000 METROS CUADRADOS, COMO MINIMO EL 30%, Y PREDIOS CUYA SUPERFICIE SEA DE 3,001 METROS CUADRADOS EN ADELANTE, PROPORCIONARAN COMO AREA VERDE EL 40% COMO MINIMO.”</i></p> <p>En particular el predio donde se pretende desarrollar el proyecto cuenta con una superficie 3til de 19, 654,22 m<sup>2</sup>, y las obras que pretenden desarrollarse ocupar3n una superficie de 6, 263.42 m<sup>2</sup> de desplante de la superficie total del predio. La superficie restante se ha considerado como 3rea libre correspondiente a 11, 824.27 m<sup>2</sup> que equivale a un 60.12%, de los cuales, el 3rea verde corresponde a un 53.87 % (6, 370.72 m<sup>2</sup> definida como 3rea arboleada o ajardinada) y el 46.12% (suma de superficies calles y accesos, asoleaderos, escaleras y rampa de madera = 5, 453.55 m<sup>2</sup>) que corresponde a superficie de 3rea libre cubierta con material permeable que permite la infiltraci3n del agua al subsuelo.</p> |
| <b>CG-06</b>    | <p>Con la finalidad de evitar la fragmentaci3n de los ecosistemas y el aislamiento de las poblaciones, se deber3 agrupar las 3reas de aprovechamiento preferentemente en 3reas “sin vegetaci3n aparente” y mantener la continuidad de las 3reas con vegetaci3n natural. Para lo cual, el promovente deber3 presentar un estudio de zonificaci3n ambiental que demuestre la mejor ubicaci3n de la infraestructura planteada por el proyecto, utilizando preferentemente las 3reas perturbadas por usos previos o con vegetaci3n secundaria o acahual.</p> | <p>En la Figura III.24 se ilustra la zonificaci3n del predio respecto a la vegetaci3n que habita en el sitio donde se pretenden la distribuci3n de las diferentes obras. Como se observa, la presencia de vegetaci3n de matorral costero hace que las obras de menor impacto sean ubicados en esta zona como son los asoleaderos, escaleras y rampa de madera para acceso a la playa. En cambio las dem3s obras se encuentran en selva mediana subperennifolia y en franjas desprovistas de vegetaci3n. Con ello darle prioridad a la conservaci3n de vegetaci3n matorral costero.</p>   |

| No.<br>Criterio | Definici3n de criterio general   | Vinculaci3n con las obras de modificaci3n  |
|-----------------|--|--|
| <b>CG-07</b>    | En los proyectos en donde se pretenda llevar a cabo la construcci3n de caminos, bardas o cualquier otro tipo de construcci3n que pudiera interrumpir la conectividad ecosist3mica deber3n implementar pasos de fauna menor (pasos inferiores) a cada 50 metros, con excepci3n de 3reas urbanas.  | No habr3 construcci3n de caminos de acceso, m3s bien se pretende la construcci3n de una viabilidad interna dentro del predio, por lo que se considerar3 los pasos inferiores para la conectividad de fauna menor.  |
| <b>CG-08</b>    | Los humedales, rejolladas inundables, petenes, cenotes, cuerpos de agua superficiales, presentes en los predios deber3n ser incorporados a las 3reas de conservaci3n.  | De acuerdo a las caracter3sticas ambientales de la zona de estudio, se tiene la presencia de vegetaci3n de mangle cerca del predio, el desarrollo de las obras y actividades del proyecto se pretenden aplicar estrategias ambientales (descritas en el apartado VI), con objeto de conservar los recursos naturales ajust3ndose al presente criterio. |
| <b>CG-09</b>    | Salvo en las UGA urbanas, los desarrollos deber3n ocupar el porcentaje de aprovechamiento o desmontes correspondiente para la UGA en la que se encuentre, y ubicarse en la parte central del predio, en forma perpendicular a la carretera principal. Las 3reas que no sean intervenidas no podr3n ser cercadas o bardeadas y deber3n ubicarse preferentemente a lo largo del per3metro del predio en condiciones naturales y no podr3n ser desarrolladas en futuras ampliaciones. | El predio se encuentra en UGA urbana. No aplica el criterio.   |
| <b>CG-10</b>    | S3lo se permite la apertura de nuevos caminos de acceso para actividades relacionadas a los usos compatibles, as3 como aquellos relacionados con el establecimiento de redes de distribuci3n de servicios b3sicos necesarios para la poblaci3n.  | En particular la naturaleza de las obras del proyecto, corresponden al sector de Turismo, y dentro de los Usos compatibles el servicio de hotel se define como compatible. La viabilidad que pretende desarrollar dentro del predio es con objeto a poder acceder a los servicios que ofrecer3 el proyecto.  |
| <b>CG-11</b>    | El porcentaje de desmonte que se autorice en cada predio, deber3 estar acorde a cada uso compatible y no deber3 exceder el porcentaje establecido en el lineamiento ecol3gico de la UGA, aplicando el principio de equidad y proporcionalidad.   | El proyecto se ajusta a los par3metros urbanos establecidos en el PDU del Centro de Poblaci3n Canc3n, Municipio Benito Ju3rez, Quintana Roo 2014-2030. Respetando el porcentaje tanto de 3rea libre como el autorizado para el desplante de obras (COS) (Ver apartado  |

| No.<br>Criterio | Definici3n de criterio general  | Vinculaci3n con las obras de modificaci3n  |
|-----------------|---|--|
|                 |   | correspondiente).  |
| <b>CG-12</b>    | En el caso de desarrollarse varios usos de suelo compatibles en el mismo predio, los porcentajes de desmonte asignados a cada uno de ellos solo ser3n acumulables hasta alcanzar el porcentaje definido en el lineamiento ecol3gico.  | No aplica el presente criterio. Ya que la naturaleza de las obras definidas para el proyecto corresponden 3nicamente al Turismo.                                     |
| <b>CG-13</b>    | En la superficie de aprovechamiento autorizada previo al desarrollo de cualquier obra o actividad, se deber3 de ejecutar un programa de rescate de flora y fauna.   | El proyecto se ajusta al presente criterio, en virtud de que se contemplan acciones de conservaci3n y protecci3n de flora y fauna, que incluyen acciones de rescate. |
| <b>CG-14</b>    | En los predios donde no exista cobertura arb3rea, o en el caso que exista una superficie mayor desmontada a la se3alada para la unidad de gesti3n ambiental ya sea por causas naturales y/o usos previos, el proyecto s3lo podr3 ocupar la superficie m3xima de aprovechamiento que se indica para la unidad de gesti3n ambiental y la actividad compatible que pretenda desarrollarse.               | No aplica el criterio. El predio presenta cobertura vegetal y se ajusta a los porcentajes de desmonte autorizado por el PDU.   |
| <b>CG-15</b>    | En los ecosistemas forestales deber3n eliminarse los ejemplares de especies ex3ticas considerados como invasoras por la Comisi3n Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) que representen un riesgo de afectaci3n o desplazamiento de especies silvestres. El material vegetal deber3 ser eliminado mediante procedimientos que no permitan su regeneraci3n y/o propagaci3n. | Para el manejo de 3reas jardinadas se evitar3n las especies invasoras definidas por la CONABIO.  |
| <b>CG-16</b>    | La introducci3n y manejo de palma de coco ( <i>Cocus nucifera</i> ) debe restringirse a la variedades que sean resistentes a la enfermedad conocida como “amarillento letal del cocotero”.  | No se contempla la introducci3n de esa especie en 3reas jardinadas.  |
| <b>CG-17</b>    | Se permite el manejo de especies ex3ticas, cuando:<br>1.- La especie no est3 catalogada como especie invasora por la Comisi3n Nacional  | En el desarrollo del proyecto, no se pretende la introducci3n de especies ex3ticas.  |

| No.<br>Criterio | Definición de criterio general   | Vinculación con las obras de modificación  |
|-----------------|--|--|
|                 | <p>para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y/o La SAGARPA.</p> <p>2.- La actividad no se proyecte en cuerpos naturales de agua.</p> <p>3.- El manejo de fauna, en caso de utilizar encierros, se debe realizar el tratamiento secundario por medio de biodigestores autorizados por la unidad competente en la materia de aquellas aguas provenientes de la limpieza de los sitios de confinamiento.</p> <p>4.- Se garantice el confinamiento de los ejemplares y se impida su dispersión o distribución al medio natural.</p> <p>5.- Deberán estar dentro de una Unidad de Manejo Ambiental o PIMVS.</p> |  |
| <b>CG-18</b>    | No se permite la acuicultura en cuerpos de agua en condiciones naturales, ni en cuerpos de agua superficiales con riesgo de afectación a especies nativas.   | El proyecto no pretende el desarrollo actividades de tipo acuícola.  |
| <b>CG-19</b>    | Todos los caminos abiertos que estén en propiedad privada, deberán contar con acceso controlado, a fin de evitar posibles afectaciones a los recursos naturales existentes.  | El proyecto contempla la apertura de calles definidos como acceso hacia los edificios, sin embargo será dentro del predio y el acceso será controlado para evitar todo tipo de recursos naturales. |
| <b>CG-20</b>    | Los cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua deberán mantener inalterada su estructura, geológica y mantener el estado arbóreo, asegurando que la superficie establecida para su uso garantice el mantenimiento de las condiciones ecológicas de dichos ecosistemas.   | No aplica el criterio. El desarrollo del proyecto no pretende actividades en cuerpos de agua, cenotes, rejollas inundables.  |
| <b>CG-21</b>    | Donde se encuentren vestigios arqueológicos, deberá reportarse dicha presencia al Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) y contar con su correspondiente autorización para la construcción de la obra o realización de actividades.  | En el predio donde se pretende el desarrollo de las obras no se tiene la presencia de vestigios arqueológicos.   |
| <b>CG-22</b>    | El derecho de vía de los tendidos de energía eléctrica de alta tensión sólo podrá ser  | El proyecto no contempla infraestructura de conducción de energía eléctrica.   |

| No.<br>Criterio | Definición de criterio general  | Vinculación con las obras de modificación   |
|-----------------|---|---|
|                 | utilizado conforme a la normatividad aplicable, y en apego a ella no podrá ser utilizado para asentamientos humanos.  |   |
| <b>CG-23</b>    | La instalación de infraestructura de conducción de energía eléctrica de baja tensión y comunicación deberá ser subterránea en el interior de los predios, para evitar la contaminación visual del paisaje y afectaciones a la misma por eventos meteorológicos externos y para minimizar la fragmentación de ecosistemas.   |   |
| <b>CG-24</b>    | Los taludes de los caminos y carreteras deberán ser reforestados con plantas nativas de cobertura y herbáceas que limiten los procesos de erosión   | El proyecto no contempla la construcción de carreteras o caminos.   |
| <b>CG-25</b>    | En ningún caso la estructura o cimentación de las construcciones deberá interrumpir la hidrodinámica natural superficial y/o subterránea.   | No habrá afectación de la hidrología natural superficial y/o subterránea por el desarrollo del proyecto. Esto se ha demostrado en el presente capítulo en los apartados correspondientes al análisis técnico en el Art. 60 TER de la LGVS y la NOM-022-SEMARNAT-2003. |
| <b>CG-26</b>    | De acuerdo a lo que establece el Reglamento Municipal de Construcción, los campamentos de construcción o de apoyo y todas las obras en general deben:<br>A. Contar con al menos una letrina por cada 20 trabajadores.<br>B. Áreas específicas y delimitadas para la pernocta y/o para la elaboración y consumo de alimentos, con condiciones higiénicas adecuadas (ventilación, miñaques, piso de cemento, correcta iluminación, lavamanos, entre otros).<br>C. Establecer las medidas necesarias para almacenamientos, retiro, transporte y disposición final de los residuos sólidos generados.<br>D. Establecer medidas para el correcto manejo, almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los | No aplica el criterio en cita.<br>El proyecto no contempla la instalación de campamentos de construcción.   |

| No.<br>Criterio | Definici3n de criterio general   | Vinculaci3n con las obras de modificaci3n  |
|-----------------|--|--|
|                 | residuos peligrosos.   |  |
| <b>CG-27</b>    | En el dise1o y construcci3n de los sitios de disposici3n final de Residuos S3lidos Urbanos se deber3n colocar en las celdas para residuos y en el estanque de lixiviados, una geomembrana de polietileno de alta densidad o similar, con espesor m3nimo de 1.5 mm. Previo a la colocaci3n de la capa protectora de la geomembrana se deber3 acreditar la aprobaci3n de las pruebas de hermeticidad de las uniones de la geomembrana por parte de la autoridad que supervise su construcci3n. | No aplica el criterio en cita.<br>El proyecto no contempla el dise1o y construcci3n de los sitios de disposici3n final de Residuos S3lidos Urbanos.  |
| <b>CG-28</b>    | La disposici3n de materiales derivados de obras, excavaciones o dragados s3lo podr3 realizarse en sitios autorizados por la autoridad competente, siempre y cuando no contengan residuos s3lidos urbanos, as3 como aquellos que puedan ser catalogados como peligrosos por la normatividad vigente.  | Durante la etapa constructiva de obras manifestadas, habr3 generaci3n de residuos de manejo especial, aunque en cantidades m3nimas, pero se dispondr3 donde la autoridad municipal as3 lo indique.   |
| <b>CG-29</b>    | La disposici3n final de residuos s3lidos 3nicamente podr3 realizarse en los sitios previamente aprobados para tal fin.   | El proyecto contempla la ejecuci3n de un Programa de manejo integral de residuos, lo cual se incluye desde su separaci3n, envasado, almacenamiento, recolecci3n, tratamiento y/o disposici3n final de residuos s3lidos, para tal fin se contratar3 una empresa especializada debidamente acreditada. |
| <b>CG-30</b>    | Los desechos biol3gicos infecciosos no podr3n disponerse en el relleno sanitario y/o en dep3sitos temporales de servicio municipal.  | No aplica. En la operaci3n del proyecto no habr3 generaci3n de residuos biol3gicos infecciosos.  |
| <b>CG-31</b>    | Los sitios de disposici3n final de RSU deber3n contar con un banco de material p3treo autorizado dentro del 3rea proyectada, mismo que se deber3 ubicar aguas arriba de las celdas de almacenamiento y que deber3 proveer diariamente del material de cobertura.   | Corresponde a la autoridad local, la supervisi3n de lo indicado en el presente criterio.   |
| <b>CG-32</b>    | Se proh3be la quema de basura, as3 como su   | En el desarrollo de las obras no se har3 uso de  |

| No.<br>Criterio | Definici3n de criterio general  | Vinculaci3n con las obras de modificaci3n  |
|-----------------|---|--|
|                 | entierro o disposici3n a cielo abierto.   | fuego. No habr3 quema de residuos. Se implementar3 un Programa de manejo integral de residuos.   |
| <b>CG-33</b>    | Todos los proyectos deber3n contar con 3reas espec3ficas para el acopio temporal de los residuos s3lidos. En el caso de utilizar el servicio municipal de colecta, dichas 3reas deben ser accesibles a la operaci3n del servicio.   | Los residuos que sean generados en el desarrollo del proyecto ser3n recolectados en contenedores y almacenados, para su posterior recolecci3n por una empresa contratada para su disposici3n final conforme a la legislaci3n ambiental.                          |
| <b>CG-34</b>    | El material p3treo, sascab, piedra caliza, tierra negra, tierra de despalme, madera, materiales vegetales y/o arena, que se utilice en la construcci3n de un proyecto, deber3 provenir de fuentes y/o bancos de material autorizados.   | El proyecto contempla el desarrollo de obras, las cuales se har3 uso de materiales provenientes de fuentes y/o bancos de material autorizados.   |
| <b>CG-35</b>    | En la superficie en la que por excepci3n la autoridad competente autorice la remoci3n de la vegetaci3n, tambi3n se podr3 retirar el suelo, subsuelo y las rocas para nivelar el terreno e instalar los cimientos de las edificaciones e infraestructura, siempre y cuando no se afecten los r3os subterr3neos que pudieran estar presentes en los predios que ser3n intervenidos. | No aplica el criterio.<br>La superficie que ocupar3n las obras definidas como modificaci3n del proyecto, ocuparan una superficie dentro del porcentaje de desmonte que est3 permitido.   |
| <b>CG-36</b>    | Los desechos org3nicos derivados de las actividades agr3colas, pecuarias y forestales deber3n aprovecharse en primera instancia para la recuperaci3n de suelos, y/o fertilizaci3n org3nica de cultivos y 3reas verdes, previo composteo y estabilizaci3n y ser dispuestos donde lo indique la autoridad competente en la materia.   | Las obras se ajustan al presente criterio, ya que se har3 uso de los residuos org3nicos producto de desmonte y despalme, para la recuperaci3n de suelos, y/o fertilizaci3n org3nica en las 3reas jardinadas.   |
| <b>CG-37</b>    | Todos los proyectos que impliquen la remoci3n de la vegetaci3n y el despalme del suelo deber3n realizar acciones para la recuperaci3n de la tierra vegetal, realizando su separaci3n de los residuos vegetales y p3treos, con la finalidad de que sea utilizada para acciones de reforestaci3n dentro del mismo proyecto a d3nde lo disponga la                                   | En el desarrollo del proyecto implicar3 remoci3n de vegetaci3n y despalme de suelo org3nico, se ejecutar3n acciones para la recuperaci3n de la tierra vegetal, los residuos org3nicos ser3n triturados y esparcidos en 3reas que sean asignadas como jardinadas. |

| No. Criterio | Definición de criterio general  | Vinculación con las obras de modificación   |
|--------------|---|---|
|              | autoridad competente en la materia, dentro del territorio municipal.  |   |
| <b>CG-38</b> | No se permite la transferencia de densidades de cuartos de hotel, residencias campestres, cabañas rurales y/o cabañas ecoturísticas de una unidad de gestión ambiental a otra.  | El proyecto se ajusta al criterio en cita, ya que no se pretende la transferencia de densidades. El parámetro de densidad es determinado por el PDU de Benito Juárez y el proyecto se ajusta al parámetro urbano (Ver apartado de análisis del PDU en el presente Capítulo).                          |
| <b>CG-39</b> | El porcentaje de desmonte permitido en cada UGA que impliquen el cambio de uso de suelo de la vegetación forestal, sólo podrá realizarse cuando la autoridad competente expida por excepción las autorizaciones de cambio de uso de suelo de los terrenos forestales. | La superficie de afectación para el cambio de uso de suelo en el desarrollo del proyecto, está dentro de lo permitido de los parámetros urbanos del PDU. Una vez que la autoridad otorgue la autorización para el cambio de uso de suelo de áreas forestales, será en acorde a legislación aplicable. |

Los criterios específicos aplicables al proyecto son:

**Tabla III.31** Criterios específicos aplicables al proyecto.

| No. Criterio  | Definición de criterio general  | Vinculación con las obras de modificación   |
|---------------|---|---|
| <b>URB-01</b> | En tanto no existan sistemas municipales para la conducción y tratamiento de las aguas residuales municipales, los promoventes de nuevos proyectos, de hoteles, fraccionamientos, condominios, industrias y similares, deberán instalar y operar, por su propia cuenta, sistemas de tratamiento y reciclaje de las aguas residuales, ya sean individuales o comunales, para satisfacer las condiciones particulares que determinen las autoridades competentes y las normas oficiales mexicanas aplicables en la materia. | Este criterio no aplica al proyecto ya que todos los elementos que integrarán al proyecto se conectarán a la red de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo (Capanet), del cual ya se obtuvo autorización.  |
| <b>URB-02</b> | A fin de evitar la contaminación ambiental y/o riesgos a la salud pública y solo en aquellos casos excepcionales en que el tendido de redes hidrosanitarias no exista, así las condiciones financieras, socioeconómicas y/o topográficas necesarias para la introducción del servicio lo  | Durante el desarrollo del proyecto se prevé que las aguas residuales que se generen durante las etapas de preparación del sitio y construcción, serán provenientes de los hidrosanitarios instalados para los trabajadores de la obra y durante la etapa de operación y mantenimiento |



Documento Técnico Unificado (DTU) Modalidad-B Regional para el proyecto  
**“Hotel Riviera Cancún”**

|               |   |  |
|---------------|---|--|
|               | <p>ameriten y justifiquen, la autoridad competente en la materia podrá autorizar a personas física el empleo de biodigestores para que en sus domicilios particulares se realice de manera permanente un tratamiento de aguas negras domiciliarias. Estos sistemas deberán estar aprobados por la autoridad ambiental competente.</p>                             | <p>del proyecto, las aguas residuales que sean generadas se conducirán a la red de drenaje a cargo de la Comisión de agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo (Capanet), ajustándose al criterio en cita.</p>  |
| <b>URB-03</b> | <p>En zonas que ya cuenten con el servicio de drenaje sanitario estará obligado a conectarse a dicho servicio. En caso de que a partir de un dictamen técnico del organismo operador resulte no ser factible tal conexión, se podrán utilizar sistemas de tratamiento debidamente certificados y contar con la autorización para la descargas por la CONAGUA.</p> | <p>Todos los elementos que integrarán al proyecto se conectarán a la red de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo (Capanet), del cual ya se obtuvo autorización, por lo que el proyecto se ajusta a este criterio.</p> <p>Adicionalmente se menciona que durante las etapas de preparación del sitio y construcción, las aguas residuales provenientes de los hidrosanitarios instalados para los trabajadores de la obra, a través de la empresa que se contrate para el servicio de renta y mantenimiento de los sanitarios, se encargará del manejo adecuado de ese tipo de residuos.</p> |
| <b>URB-04</b> | <p>Los sistemas de producción agrícola intensiva (invernaderos, hidroponía y viveros) que se establezcan dentro de los centros de población deben reducir la pérdida del agua de riego, limitar la aplicación de agroquímicos y evitar la contaminación de los agroquímicos.</p>  | <p>No aplica al proyecto.</p> <p>La naturaleza de las obras no corresponden a la producción de agrícola intensiva.</p>   |
| <b>URB-05</b> | <p>En el caso de los campos de golf o usos de suelo similares que requieran la aplicación de riegos con agroquímicos y/o aguas residuales tratadas, deberán contar con la infraestructura necesaria para la optimización y reciclaje de agua. Evitando en todo la contaminación al suelo, cuerpos de agua y mantos freáticos</p>                                  | <p>El proyecto no contempla la instalación de campos de golf.</p>  |
| <b>URB-06</b> | <p>Los proyectos de campos deportivos y/o de golf, así como las áreas jardinadas de los desarrollos turísticos deberán minimizar el uso químicos de fertilizantes y/o pesticidas para evitar riesgos de contaminación.</p>  | <p>El proyecto turístico no contempla campos deportivos o de golf. Sin embargo, si se contemplan áreas jardinadas y no se hará uso de químicos como son fertilizantes y/o pesticidas a fin de evitar riesgos de contaminación.</p>   |
| <b>URB-07</b> | <p>No se permite la disposición de aguas residuales sin previo tratamiento hacia los cuerpos de agua,</p>   | <p>El proyecto se ajusta al presente criterio, no habrá disposición de aguas residuales sin previo</p>   |

|               |   |   |
|---------------|---|---|
|               | zonas inundables y/o al suelo y subsuelo, por lo que se promover3 que se establezca un sistema integral de drenaje y tratamiento de aguas residuales.   | tratamiento.  |
| <b>URB-08</b> | En las zonas urbanas y sus reservas del Municipio de Benito Ju3rez se deber3n establecer espacios jardinados que incorporen elementos arb3reos ya arbustivos de especies nativas.   | El proyecto cumple con el criterio en cita, toda vez que se pretende espacios jardinados en el que se incorporaran especies vegetativas propias de la regi3n.   |
| <b>URB-09</b> | Para Mitigar el aumento de la temperatura y la sensaci3n t3rmica en las zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltraci3n de aguas y recargas de mantos acu3feros, dotar espacios para recreaci3n y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos en general, deben existir parques y espacios recreativos que cuenten con elementos arb3reos y arbustivos y cuya separaci3n no ser3 mayor a un km entre dichos parques. | El proyecto es congruente con el criterio en comento, en virtud de que habr3 espacios de 3reas libres, que cuenten con elementos arb3reos y arbustivos, y ayudaran a la infiltraci3n de agua y recarga de mantos acu3feros.   |
| <b>URB-10</b> | Los cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua presentes en los centros de poblaci3n deben formar parte de las 3reas verdes, asegurando que la superficie establecida para tal destino del suelo garantice el mantenimiento de las condiciones ecol3gicas de dichos ecosistemas.  | En el predio donde se pretende el desarrollo del proyecto no se tiene la presencia de cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua.   |
| <b>URB-11</b> | Para el ahorro del recurso agua, las nuevas construcciones deber3n implementar tecnolog3as que aseguren el ahorro y uso eficiente del agua.   | Con la captura de agua pluvial y su canalizaci3n hacia pozos de absorci3n elevar3 el porcentaje de aprovechamiento del recurso hacia el manto fre3tico, aunado la reutilizaci3n de agua tratadas para riego en zona de 3reas jardinadas, esto asegura el ahorro del recurso y uso eficiente del agua. |
| <b>URB-12</b> | En las plantas de tratamiento de aguas residuales y de desactivaci3n de los lodos deber3n implementarse procesos para la disminuci3n de olores y establecer franjas de vegetaci3n arb3rea de al menos 15 m de ancho que presten el servicio de barreras dispersantes de malos olores dentro del predio que se encuentren dichas instalaciones.  | Este criterio no aplica al proyecto, ya que no prev3 la implementaci3n de plantas de tratamiento.   |
| <b>URB-13</b> | La canalizaci3n del drenaje pluvial hacia los espacios verdes, cuerpos de agua superficiales o pozos de absorci3n, debe realizarse previa filtraci3n de sus aguas con sistemas de decantaci3n, trampas de grasas y s3lidos, u otros   | El proyecto se ajusta al presente criterio, en virtud de que, dentro de la canalizaci3n del drenaje pluvial se contemplan la colocaci3n de coladeras para la retenci3n de sedimentos previos a la conducci3n de los pozos de  |

|                                 |  |   |
|---------------------------------|--|---|
|                                 | que garanticen la retención de sedimentos y contaminantes. Dicha canalización deberá ser autorizada por la Comisión Nacional del Agua.   | absorción.  |
| <b>URB-14</b>                   | Los crematorios deberán realizar un monitoreo y control de sus emisiones a la atmósfera.   | No aplica al proyecto, criterios en cita.   |
| <b>URB-15</b>                   | Los cementerios deberán impermeabilizar paredes y piso de las fosas, con el fin de evitar contaminación al suelo, subsuelo y manto freático.   | La naturaleza del proyecto corresponde al sector turístico.   |
| <b>URB-16</b>                   | Los proyectos en la franja costera dentro de la UGA urbanas deberán tomar en cuenta la existencia de las bocas de tormenta que de manera temporal desaguan las zonas sujetas a inundación durante la ocurrencia de lluvias extraordinarias o eventos ciclónicos. Por tales sitios de zonas de riesgo, en los espacios públicos o privados se deben realizar obras de ingeniería permanentes que en una franja que no será menor de 20 m conduzcan y permite el libre flujo que de manera natural se establezca para el desagüe.  | El proyecto se encuentra dentro de la franja costera dentro de la UGA urbana. Sin embargo no se cuenta con la existencia de bocas de agua, en el predio o adyacentes a él. El sitio del proyecto no es sujeto a inundación durante la ocurrencia de lluvias extraordinarias o eventos ciclónicos. |
| <b>URB-17</b>                   | Serán susceptible de aprovechamiento los recursos biológicos forestales, tales como semilla, que generen los arboles urbanos, con fines de propagación por parte de particulares, mediante la autorización de colecta de recursos biológicos forestales.   | No se pretende el aprovechamiento de recursos biológicos forestales.  |
| <b>Recurso Suelo y Subsuelo</b> |  |   |
| <b>URB-19</b>                   | La autorización emitida por la autoridad competente para la explotación de bancos de materiales pétreos deberá sustentarse en los resultados provenientes de estudios de mecánicas de suelos y geohidrológicos que aseguren que no existan afectaciones irreversibles al recurso agua, aún en los casos de afloramiento del acuífero para extracción debajo del manto freático. Estos estudios deberán establecer claramente cuáles serán las medidas de mitigación aplicables al proyecto y los parámetros y periodicidad para realizar el monitoreo que tendrá que realizarse durante todas las etapas del proyecto, incluyendo las actividades de la etapa de abandono. | No aplica el criterio en cita.<br>El proyecto no pretende la explotación de bancos de pétreos.  |
| <b>URB-20</b>                   | Con el objeto de integrar cenotes, rejolladas, cuevas y cavernas a las áreas públicas urbanas, se  | No aplica el criterio cita.<br>En el predio donde se pretende el desarrollo del   |

|               |   |   |
|---------------|---|---|
|               | permite realizar un aclareo, poda y modificaci3n de vegetaci3n rastrera y arbustiva presente, respetando en todo momento los elementos arb3reos y vegetaci3n de relevancia ecol3gica, as3 como la estructura geol3gica de estas formaciones.  | proyecto no se tiene la presencia de cenotes, rejolladas, cuevas y cavernas.  |
| <b>URB-21</b> | Los bancos de materiales autorizados deben respetar una zona de amortiguamiento que consiste en una barrera vegetal alrededor del mismo, conforme lo se3ala el Decreto 36, del Gobierno del Estado; y/o la disposici3n jur3dica que la sustituya.   | No se pretende el desarrollo de un banco de materiales.   |
| <b>URB-22</b> | Para evitar la contaminaci3n del suelo y subsuelo, en las actividades de extracci3n y exploraci3n de materiales p3treos deber3n realizarse acciones de acopio, separaci3n, utilizaci3n y disposici3n final de cualquier tipo de residuos generados, en el marco de lo que establezcan las disposiciones jur3dicas aplicables.   | El proyecto no corresponde a la realizaci3n de actividades de extracci3n y exploraci3n de materiales p3treos.<br><br>Sin embargo se llevar3 a cabo un Programa de Manejo Integral de Residuos para evitar contaminaci3n del suelo y subsuelo.                                   |
| <b>URB-23</b> | Para reincorporar las superficies afectadas por extracci3n de materiales p3treos a las actividades econ3micas del municipio, deber3 realizarse la rehabilitaci3n de dicha superficie en congruencia con los usos que prevean los instrumentos de planeaci3n vigentes para la zona.  | No aplica al proyecto.<br><br>La naturaleza de las obras corresponde al sector tur3stico.   |
| <b>URB-24</b> | Los generadores de Residuos de Manejo Especial y los Grandes Generadores de Residuos S3lidos Urbanos deber3n contar con un plan de manejo de los mismos, en apego a la normatividad vigente en la materia.  | En el desarrollo del proyecto se implementar3 un Programa de Manejo Integral de Residuos, en el que se incluye el manejo de residuos s3lidos municipales y residuos especiales, a3n que sea en cantidades m3nimas, se manejaran de conformidad a la normas oficiales mexicanas. |
| <b>URB-25</b> | Para el caso de fraccionamientos habitacionales, el fraccionador deber3 construir a su cargo y entregar al Ayuntamiento por cada 1, 000 viviendas previstas en el proyecto de fraccionamiento, parque o parques p3blicos recreativos en sus correspondientes 3reas jardinadas y arboleadas con una superficie m3nima de 5, 000 metros cuadrados, mismos que podr3n ser relacionados a las 3reas de donaci3n establecidas en la legislaci3n vigente en la materia. Trat3ndose de fracciones en el n3mero de viviendas previstas en el fraccionamiento, las obras de equipamiento | No aplica el criterio en cita.<br><br>El proyecto no corresponde al desarrollo de fraccionamientos habitacionales.  |

|                      |  |   |
|----------------------|--|---|
|                      | urbano ser3n proporcionales, pudi3ndose construir incluso en predios distintos al fraccionamiento.   |   |
| <b>URB-26</b>        | En las etapas de crecimiento de la mancha urbana considerada por el PDU, para mitigar el aumento de la temperatura y la sensaci3n t3rmica en las zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltraci3n e aguas y recarga de mantos acuíferos, favorecer la funci3n de barrera contra ruido, dotar espacios para la creaci3n y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos en general, los fraccionamientos deben incorporar 3reas verdes que contribuyan al Sistema Municipal de Parques, de conformidad con la normatividad vigente en la materia. | La naturaleza del proyecto corresponde al sector turístico y se encuentra ubicado en zona de crecimiento urbano de acuerdo al PDU. En particular en el desarrollo del proyecto se contemplan estrategias ambientales con objeto de mejorar el paisaje, zonas de infiltraci3n de agua y recarga de mantos acuíferos, debido a que se contemplan 3reas libres o 3reas jardinadas. |
| <b>URB-27</b>        | La superficie ocupada por equipamiento en las 3reas verdes no deber3 exceder de un 30% del total de la superficie cada una de ellas.   | El proyecto se ajusta al presente criterio. La superficie de 3rea libre dentro del predio corresponde a 11, 824.27 m <sup>2</sup> , que equivale a un 60.12% de la superficie total del predio (19,654.22 m <sup>2</sup> ), de los cuales, el 3rea jardinada corresponde a un 32.41 % (6, 370.72 m <sup>2</sup> definida como 3rea arboleada o jardinada).                      |
| <b>URB-28</b>        | Para evitar las afectaciones por inundaciones, se prohíbe el establecimiento de fraccionamiento habitacionales as3 como de infraestructura urbana dentro del espacio excavado de las sascaberas en desuso y en zonas en donde los estudios indiquen que existe el riesgo de inundaci3n (de acuerdo al Atlas de Riesgos del municipio y/o del estado.   | El sitio de ubicaci3n del predio no es zona de inundaci3n. (ver Estudio Geohidrol3gico de Caracterizaci3n y Cuantificaci3n Hidrol3gica y Geohidrol3gica contenido en el Capítulo VII).  |
| <b>URB-29</b>        | En la construcci3n de fraccionamientos dentro de las 3reas urbanas, se permite la utilizaci3n del material p3treo que se obtenga de los cortes de nivelaci3n dentro del predio. El excedente de los materiales extra3dos que no sean utilizados deber3 disponerse en la forma indicada por la autoridad competente en la materia.  | El proyecto no corresponde al desarrollo de fraccionamientos. Sin embargo para la construcci3n de edificios definidos para el servicio de hotel, en el caso de requerir cortes de nivelaci3n dentro del predio, el material excedente ser3 manejado de conformidad a lo indicado por la autoridad local.  |
| <b>Flora y fauna</b> |  |   |
| <b>URB-30</b>        | En zonas inundables, se deben mantener las condiciones naturales de los ecosistemas y garantizar la conservaci3n de las poblaciones silvestres que la habitan. Por lo que las actividades recreativas de contemplaci3n deben ser promovidas y las actividades de aprovechamiento   | El sitio de ubicaci3n del predio no es zona de inundaci3n.  |

|               |  |   |
|---------------|--|---|
|               | extractivo y de construcción deben ser condicionadas.  |   |
| <b>URB-31</b> | Las áreas destinadas a la conservación de la diversidad y/o del agua que colinden con áreas definidas para los asentamientos humanos, deberán ser los sitios prioritarios para ubicar los ejemplares de plantas y animales que sean rescatados en el proceso de eliminación de la vegetación.  | El proyecto se ubica de manera colindante al área natural protegida “Manglares Nichupté” por ende, es un área de conservación de diversidad tanto de flora y fauna. Esta área en la zona sur colinda con zona urbana, y en particular para el rescate y reubicación de especies, podrá considerarse el ANP, como una zona posible de reubicación de especies. |
| <b>URB-32</b> | Deberá preverse un mínimo de 50% de la superficie de los espacios públicos jardinados para que tengan vegetación natural de la zona y mantener todos los árboles nativos que cuenten con DAP mayores de 15 cm, en buen estado fitosanitario y que no representen riesgo de accidentes para los usuarios.   | La superficie de área libre 11, 824.27 m <sup>2</sup> equivale a un 60.12%, de los cuales, el área verde corresponde a un 53.87 % (6, 370.72 m <sup>2</sup> definida como área arboleada o ajardinada). De esta manera se ajusta a lo indicado por el criterio.   |
| <b>URB-33</b> | Deberán establecerse zonas de amortiguamiento de al menos 50 m alrededor de las zonas industriales y centrales de abastos que se desarrollen en las reservas urbanas. Estas zonas de amortiguamiento deberán ser dotados de infraestructura de parque público.   | No aplica al proyecto.<br>No hay zonas circundantes de tipo industriales y central de abastos.  |
| <b>URB-34</b> | En los programas de rescate de fauna silvestre que deben elaborarse y ejecutarse con motivo de la eliminación de la cobertura vegetal de un predio, se deberá incluir el sitio de reubicación de los ejemplares, aprobado por la autoridad competente.   | El proyecto pretende llevar a cabo acciones de rescate de fauna silvestre y estas acciones se realizar previo al desmonte de vegetación dentro del predio para el desarrollo de las obras. Sitios de reubicación de especies (Ver capítulo VII del presente DTU).   |
| <b>URB-35</b> | No se permite introducir o liberara fauna exótica en parques y/o áreas de reservas urbanas.  | No habrá introducción de especies de fauna exótica.   |
| <b>URB-36</b> | Las áreas con presencia de ecosistemas de manglar dentro de los centros de población deberán ser consideradas como áreas de Preservación Ecológica para garantizar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales que proveen por lo que no podrán ser modificadas, con el fin de proporcionar una mejor calidad de vida para los habitantes del municipios; con excepción de aquellas que cuenten previamente con un plan de manejo autorizado por la autoridad ambiental competente. | Para el caso del presente proyecto se implementará un Programa de Compensación en Beneficio de los Humedales, lo cual garantizará el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales que proveen los ecosistemas de manglar, aun cuando el proyecto no incide directamente sobre el mismo.  |

|                       |   |  |
|-----------------------|---|--|
| <b>URB-38</b>         | Las 3reas verdes de los estacionamientos descubiertos p3blicos y privados deben ser dise1adas en forma de camellones continuos y deber3 colocarse, por lo menos un 3rbol para cada dos cajones de estacionamiento.  | Los estacionamientos propuestos para el proyecto que nos ocupa, se pretenden desarrollar en espacios cerrados. Los espacios a ocupar corresponden al S3tanos 1 y 2, (ver Figura III. 23 en el apartado de an3lisis del PDU.)   |
| <b>URB-39</b>         | Los predios colindantes con los humedales deber3n tener 3reas de vegetaci3n, preferentemente nativa, que permitan el tr3nsito de la vida silvestre hacia otros manchones de vegetaci3n.<br>Los predios colindantes en el Sur del 3rea natural protegida Manglares de Nichupt3 (ANPLN) deber3n mantener su cubierta vegetal para favorecer el tr3nsito de fauna. Se deber3n realizar obras que permitan la comunicaci3n de la fauna entre el ANPLN el 3reas de vegetaci3n nativa con la que colinda en su l3mite Sur, para tal efecto se deber3n realizar las obras necesarias en la carretera que las divide para que la fauna pueda transitar entre ambos terrenos, sin que pueda ser atropellada. | En cumplimiento a dicho criterio, se conservar3 la vegetaci3n nativa en el predio en sus zonas libres y se conservar3 en la misma a las especies catalogadas dentro de la NOM-SEMARNAT-059-2010, adicionalmente, se implementar3 el Programa de Rescate y Reubicaci3n de Flora y el Programa de Protecci3n y Conservaci3n de Fauna, los cuales se localizan en el Cap3tulo VII, del presente DTU, considerando que existen en el predio barreras antropog3nicas, que impiden el acceso de la fauna existente en el predio a otros manchones de vegetaci3n, vi3ndose interrumpida la conectividad, garantiz3ndose as3 su sobrevivencia. |
| <b>Rescate URB-40</b> | En las previsiones de crecimiento de las 3reas urbanas colindantes con las ANP’s se deber3n mantener corredores biol3gicos que salvaguarden la conectividad entre los ecosistemas existentes.   | Como se ha mencionado con anterioridad, en el predio del proyecto no existen corredores biol3gicos.  |
| <b>URB-41</b>         | Los proyectos urbanos deber3n reforestar camellones y 3reas verdes colindantes entre ecosistemas existentes.  | El proyecto corresponde al sector tur3stico.   |
| <b>Paisaje</b>        |   |  |
| <b>URB-43</b>         | Las 3reas verdes y en las 3reas urbanas de conservaci3n, deber3n contar con el equipamiento adecuado para evitar la contaminaci3n por residuos s3lidos, ruido, aguas residuales y fecalismo al aire libre.  | De acuerdo al plano de zonificaci3n primaria el uso de suelo correspondiente al PDU es urbano y est3 tipificado para uso tur3stico acorde al desarrollo del proyecto. Ahora bien, el presente criterio condiciona a que deber3 contarse con el equipamiento adecuado para evitar contaminaci3n al ambiente. Para ello el proyecto contempla un programa de manejo de residuos s3lidos y l3quidos (aguas residuales), por tal motivo, se da cumplimiento al criterio en cita.   |
| <b>URB-44</b>         | Las autorizaciones municipales para el uso del suelo en los predios colindantes a la zona federal mar3timo terrestre y las concesiones de zona federal mar3timo terrestre otorgadas por la  | Corresponde a la autoridad local, otorgar las autorizaciones correspondientes de conformidad a los Reglamentos y Leyes aplicables para el municipio, respetando las  |

Documento Técnico Unificado (DTU) Modalidad-B Regional para el proyecto  
**“Hotel Riviera Cancún”**

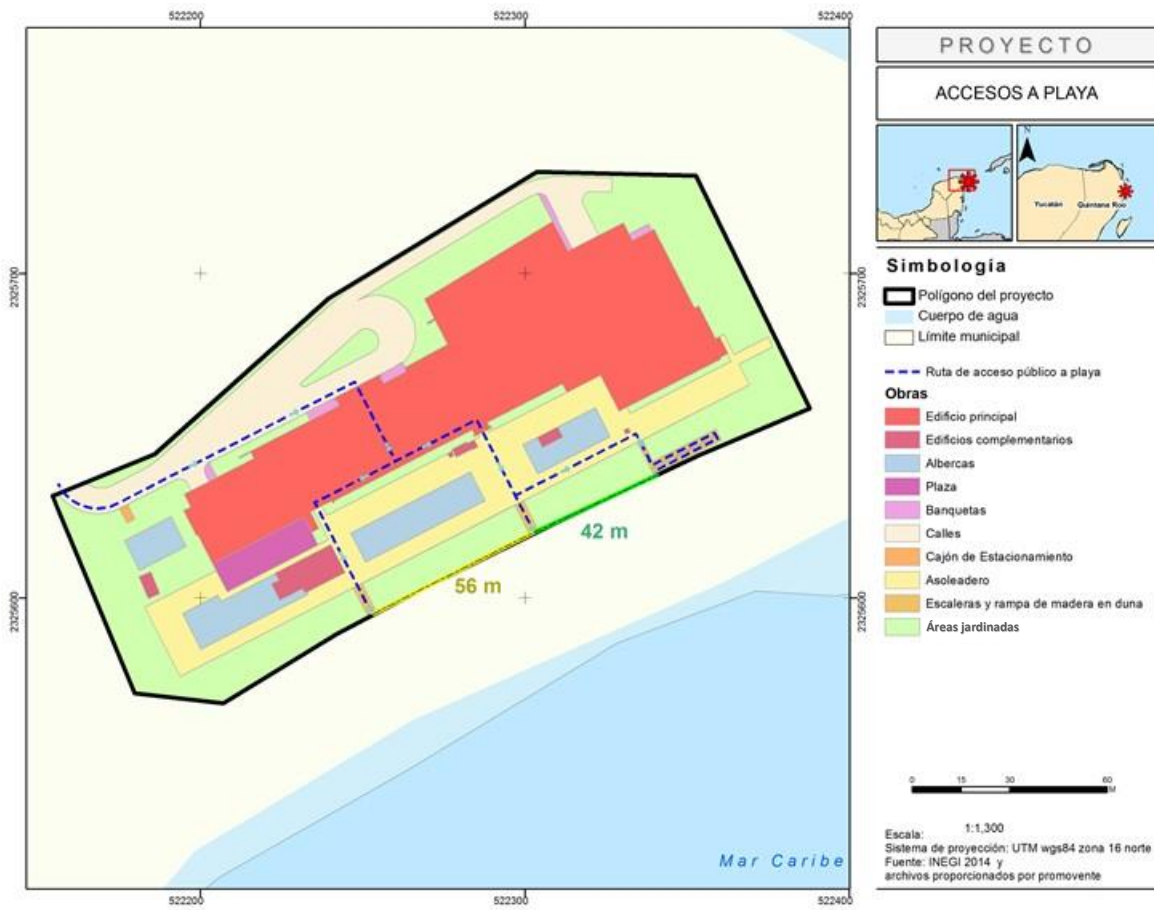
|               |  |  |
|---------------|--|--|
|               | Federación, deberán ser congruentes con los usos de suelo de la zona que expida el Estado o Municipio.   | concesiones de zona federal marítimo terrestre otorgadas por la Federación.  |
| <b>URB-45</b> | Para recuperar el paisaje y compensar la pérdida de vegetación en las zonas urbanas, en las actividades de reforestación designadas por la autoridad competente, se usaran de manera prioritaria especies nativas acordes a cada ambiente.   | El proyecto se ajusta al criterio en cita. En virtud de que las actividades de reforestación se realizará con especies vegetativas nativas acorde a la región.   |
| <b>URB-46</b> | El establecimiento de actividades de la industria concretera y similares debe ubicarse a una distancia de 500 metros del asentamiento humano más próximo y debe contar con barreras naturales perimetrales para evitar la dispersión de polvos.  | No aplica el criterio en cita. El proyecto no pretende el establecimiento de actividades de industria concretera.  |
| <b>URB-47</b> | Se establecerán servidumbres de paso y accesos a la zona federal marítimo terrestre y el libre paso por la zona federal a una distancia máxima de 1000 metros entre estos accesos, de conformidad con la Ley de Bienes Nacionales y el Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar. | En cumplimiento a dicho criterio se establecerá servidumbre de paso y dos accesos de 56 m y 42 m a la zona federal cada uno, como puede verse en el mapa de la Figura III.23, con lo que da cumplimiento al presente criterio.                                     |
| <b>URB-48</b> | En las áreas de aprovechamiento proyectadas se debe mantener en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con las áreas destinadas a camellones, parques, áreas verdes, jardines, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.   | Las áreas consideradas o proyectadas como jardinadas, se mantendrá la vegetación original del predio, así como los camellones o andadores, que de tal forma los individuos vegetativos sean incorporados al proyecto, tal y como se indica en el criterio en cita. |
| <b>URB-49</b> | Los proyectos que pretendan realizarse en predios que colinden con playas aptas para la anidación de tortugas marinas deberán incorporar medidas preventivas que minimicen el impacto negativo a estos animales tanto durante la temporada de arribo y anidación de las hembras como durante el período de desarrollo de los huevos y eclosión de las crías.                             | No aplica el criterio en cita. El predio queda colindante a zona de playa, sin embargo, el sitio del proyecto no es zona de anidación de tortugas marinas, por tal motivo no se contemplan medidas preventivas como se mencionan en el criterio en comentario.     |
| <b>URB-50</b> | Las especies recomendadas para la reforestación de dunas son:<br>Plantas rastreras: <i>Ipomea pes-caprae</i> , <i>Sesuvium portulacastrum</i> , herbáceas: <i>Ageratum Littorale</i> , <i>Erythalis fruticosa</i> y arbustos: <i>Tournefortia</i>  | No aplica en criterio en cita.<br>No hay presencia de duna costera.  |



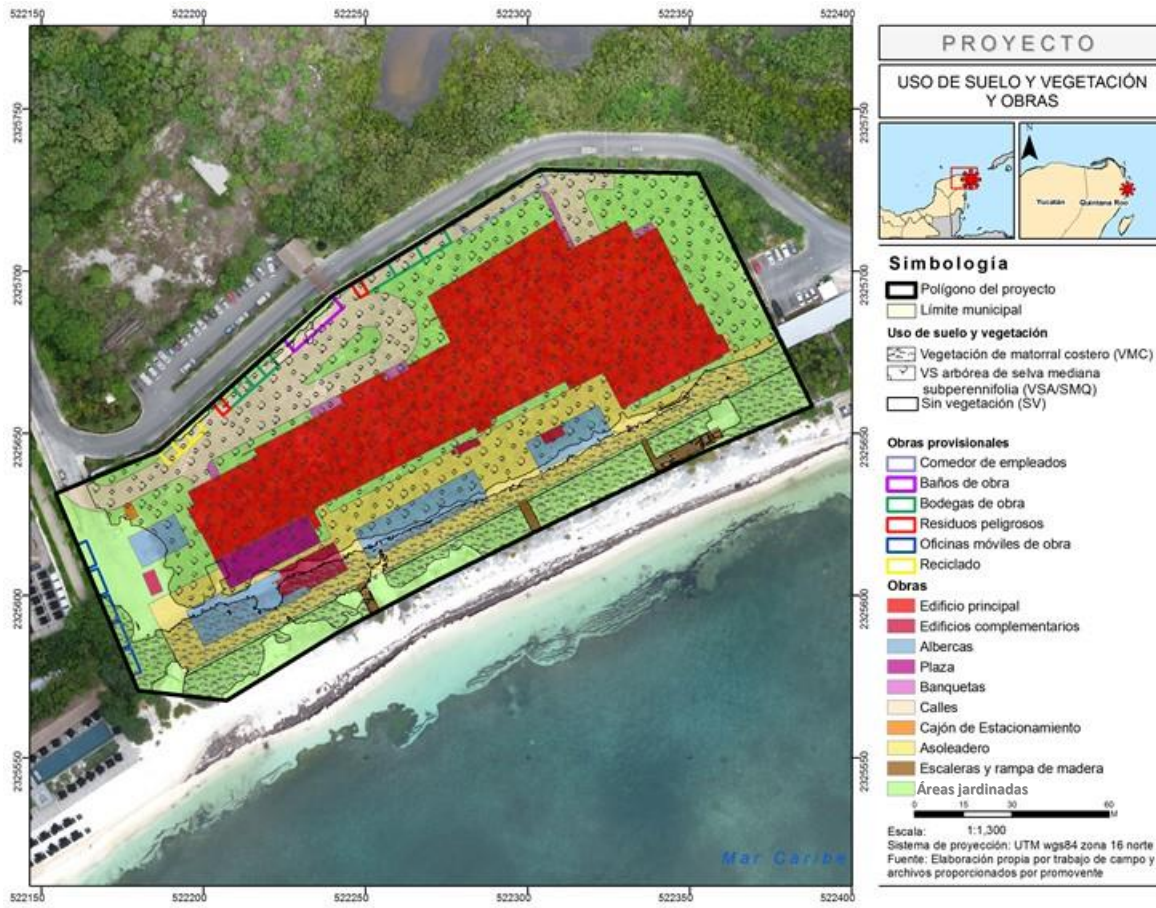
|               |  |  |
|---------------|--|--|
|               | <i>gnaphalodes, Suriana marítima y Coccoloba uvifera</i> y Palmas <i>Thrinax radiata, Coccothrinax readii</i> .  |  |
| <b>URB-51</b> | <p>La selecci3n de sitios para la rehabilitaci3n de dunas y la creaci3n infraestructura de retenci3n de arena deber3 tomar en cuenta los siguientes criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Que haya evidencia de la existencia de dunas en los 3ltimos 20 a3os.</li> <li>• Que los vientos prevalecientes soplen en direcci3n a las dunas.</li> <li>• Que existan zonas de zonas pioneras (embrionarias) en la playa en la que arena est3 constantemente seca, para que constituya la fuente de aportaci3n para la duna.</li> <li>• Las cercas de retenci3n deber3n ser biodegradables, con una altura aproximada de 1.2 m y con 50% de porosidad y ubicadas en paralelo a la costa.</li> <li>• Las dunas rehabilitadas deber3n ser reforestadas.</li> </ul>  | <p>No aplica en criterio en cita.<br/>         No hay presencia de duna costera.</p>   |
| <b>URB-52</b> | <p>En las playas de anidaci3n de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitar la remoci3n de la vegetaci3n nativa y la introducci3n de especies ex3ticas en el h3bitat de anidaci3n.</li> <li>• Favorecer y proporcionar la regeneraci3n natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la din3mica de acumulaci3n de arena del h3bitat de anidaci3n.</li> <li>• Retirar de la playa, durante la temporada de anidaci3n, cualquier objeto movable que tenga la capacidad de atrapar, enredar impedir el paso de las tortugas animadoras y sus crías.</li> <li>• Eliminar, reorientar o modificar cualquier instalaci3n o equipo que durante la noche genere una emisi3n o reflexi3n de la luz hacia la playa de anidaci3n y emergencia de crías de tortuga marina.</li> <li>• Orientar los tipos de iluminaci3n que se</li> </ul> | <p>El predio queda colindante a zona de playa, sin embargo, el sitio del proyecto no es zona de anidaci3n de tortugas marinas.</p> |

|                      |  |   |
|----------------------|--|---|
|                      | <p>instalen cerca de las playas de anidaci3n de tal forma que su flujo luminoso sea dirigido hacia abajo y fuera de la playa, usando alguna de las siguientes medidas para la mitigaci3n del impacto:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas.</li> <li>b) Focos de bajo voltaje (40 watts) o l3mparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente.</li> <li>c) Fuentes de luz de coloraci3n amarilla o roja, tales como las l3mparas de vapor de sodio de baja presi3n.</li> <li>• Tomar medidas para mantener fuera de la playa de anidaci3n, durante la temporada de anidaci3n, el tr3nsito vehicular y el de cualquier animal dom3stico que pueda perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y cr3as. Solo pueden circular los veh3culos destinados para tareas de monitoreo y los correspondientes para el manejo y protecci3n de las tortugas marinas, sus nidadas y cr3as.</li> </ul> |   |
| <p><b>URB-53</b></p> | <p>Las obras y actividades que son susceptibles de ser desarrolladas en las dunas costeras deber3n evitar la afectaci3n de zonas de anidaci3n y de agregaci3n de especies, en particular aquellas que formen parte del h3bitat de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p>   | <p>No hay presencia de duna costera. Derivado de las visitas de campo para el monitoreo de fauna, no se registraron zonas de anidaci3n de especies faun3sticas.</p> |
| <p><b>URB-54</b></p> | <p>En las dunas no se permite la instalaci3n de tuber3as de drenaje pluvial, la extracci3n de arena, ni ser utilizadas como dep3sitos de la arena o sedimentos que se extraen de los dragados que se realizan para la profundidad en los canales de puertos, docas de lagunas o lagunas costeras.</p>  | <p>No hay presencia de duna costera. No habr3 extracci3n de arena, no habr3 dragado.</p>  |
| <p><b>URB-55</b></p> | <p>La construcci3n de infraestructura permanente o temporal debe quedar fuera de las dunas pioneras (embrionarias).</p>  | <p>Dentro del predio se tiene la presencia de matorral costero. No hay presencia de duna costera que pueda verse afectada.</p>                                      |

|               |   |  |
|---------------|---|--|
| <b>URB-56</b> | <p>En las dunas primarias podrá haber construcciones de madera o material degradable y piloteadas (p.e. casas tipo palafito o andadores), detrás de la capa posterior del primer cordón y evitando la invasión sobre la corona o cresta de estas dunas.</p> <p>El pilotaje deberá ser superficial (hincado a golpes), no cimentado y deberá permitir el crecimiento de la vegetación, el transporte de sedimentos y el paso de fauna, por lo que se recomienda al menos que tenga un metro de elevación con respecto al nivel de la duna. Esta recomendación deberá revisarse en regiones donde hay fuerte incidencia de huracanes, ya que en estas áreas constituyen un sistema importante de protección, por lo que se recomienda, después de su valoración específica, dejar inalterada esta sección del sistema de dunas.</p> | <p>No habrá actividades de pilotaje.</p> <p>No se tienen la presencia de dunas por afectar en el sitio del proyecto.</p>   |
| <b>URB-57</b> | <p>La restauración de playas deberá realizarse con arena que tenga una composición química y granulometría similar a la de la playa que se va a rellenar. El material arenoso que se empleará en la restauración de playas deberá tener la menor concentración de materia orgánica, arcilla y limo posible para evitar que el material se consolide formando escarpes pronunciados en las playas por efecto del oleaje.</p>   | <p>No habrá restauración de playas. La zona de playa será respetada por el desarrollo del proyecto, toda vez que es parte del atractivo turístico visual propiamente del sitio del proyecto.</p> |
| <b>URB-58</b> | <p>Se prohíbe la extracción de arena en predio ubicados sobre la franja litoral del municipio con cobertura de matorral costero.</p>  | <p>No habrá extracción de arena con cobertura de matorral costero presente dentro del predio donde se pretende el desarrollo de obras.</p>   |
| <b>URB-59</b> | <p>En las áreas verdes los residuos vegetales producto de las podas y deshierbes deberán incorporarse al suelo después de su composteo. Para mejorar la calidad de suelo y de la vegetación.</p>  | <p>En las actividades mantenimiento de áreas jardinadas, se generarán residuos vegetales mismos que serán triturados e incorporados al suelo para su mejoramiento.</p>                           |



**Figura III. 23** Mapa de accesos a la playa y distribuci3n de obras del proyecto.



**Figura III. 24** Mapa de zonificaci3n del tipo de vegetaci3n presente en el predio y la distribuci3n de las diversas obras del proyecto.

### III.6 Normas Oficiales Mexicanas

En este apartado, se hace un an3lisis de la normatividad ambiental aplicable al proyecto que nos ocupa, en materia de agua, aire, suelo, residuos, flora y fauna. Asimismo, se presenta el an3lisis en particular de las especificaciones de la **NOM-022-SEMARNAT-2003**, establecidas para la preservaci3n, aprovechamiento, sustentable y restauraci3n de humedales costeros en zonas de manglar.

Dada la ubicaci3n f3sica del predio y la cercan3a a la vegetaci3n de mangle, se presenta el an3lisis de las especificaciones de la **NOM-022-SEMARNAT-2003**, establecidas para la preservaci3n, aprovechamiento, sustentable y restauraci3n de humedales costeros en zonas de manglar.

**Tabla III. 32** An3lisis de las especificaciones de la NOM-022-SEMARNAT-2003.

| Num. | Especificaci3n de la NOM-022-SEMARNAT-2003  | Vinculaci3n con el proyecto   |
|------|---|---|
| 4.0  | <p>Especificaciones: El manglar deber3 preservarse como comunidad vegetal. En la evaluaci3n de las solicitudes en materia de cambio de uso de suelo, autorizaci3n de aprovechamiento de la vida silvestre e impacto ambiental se deber3 garantizar en todos los casos la integridad del mismo, para ello se contemplar3n los siguientes puntos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La integridad del flujo hidrol3gico del humedal costero;</li> <li>La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental;</li> <li>Su productividad natural;</li> <li>La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas;</li> <li>Integridad de las zonas de anidaci3n, reproducci3n, refugio, alimentaci3n y alevinaje;</li> <li>La integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los r3os</li> </ul> | <p>Las obras y actividades que se tienen consideradas en el proyecto no incidir3n en la zona de Manglares de Nichupt3 ni de ninguna otra zona de manglar, sin embargo considerando la distancia a la que se encuentra del predio (14.3 m) se ha propuesto un Programa de Compensaci3n en beneficio de los Humedales, el cual se ubica en Cap3tulo VII del presente DTU, quedando as3 garantizada la integridad de esta comunidad vegetal.</p> |

| Num. | Especificación de la NOM-022-SEMARNAT-2003   | Vinculación con el proyecto  |
|------|--|--|
|      | <p>(de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales;<br/>           Cambio de las características ecológicas;<br/>           Servicios ecológicos;<br/>           Ecológicos y eco fisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad, así como la reducción de las poblaciones principalmente de aquellas especies en status, entre otros).»</p> |  |
| 4.1  | <p>Toda obra de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros, quedará prohibida, excepto en los casos en los que las obras descritas sean diseñadas para restaurar la circulación y así promover la regeneración del humedal costero.</p>   | <p>No aplica la especificación en cita. No habrá construcción de canales que interrumpan el flujo hidrológico del humedal costero.</p> |
| 4.2  | <p>Construcción de canales que, en su caso, deberán asegurar la reposición del mangle afectado y programas de monitoreo para asegurar el éxito de la restauración.</p>   | <p>No aplica la especificación en cita. No habrá construcción de canales.</p>  |
| 4.3  | <p>Los promoventes de un proyecto que requieran de la existencia de canales, deberán hacer una prospección con la intención de detectar los canales ya existentes que puedan ser aprovechados a fin de evitar la fragmentación del ecosistema, intrusión salina, asolvamiento y modificación del balance hidrológico.</p>  | <p>No aplica la especificación en cita. No habrá construcción de canales.</p>  |
| 4.4  | <p>El establecimiento de infraestructura marina fija (diques, rompeolas, muelles, marinas y bordos) o cualquier otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica en zonas de manglar queda prohibida excepto cuando tenga por objeto el mantenimiento o restauración de ésta.</p>  | <p>No aplica al proyecto. No habrá desarrollo de infraestructura marina fija.</p>  |



| Num. | Especificación de la NOM-022-SEMARNAT-2003  | Vinculación con el proyecto  |
|------|---|--|
| 4.5  | Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero.  | No aplica la especificación en cita. No habrá construcción de bordos colindantes con el manglar.   |
| 4.6  | Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento.   | En el desarrollo del proyecto se implementarán programas ambientales en el manejo de residuos y agua, con objeto de prevenir contaminación al ambiente y evitar la degradación del humedal costero. Las estrategias propuestas son presentadas en el Capítulo VII, del presente DTU.   |
| 4.7  | La persona física o moral que utilice o vierta agua proveniente de la cuenca que alimenta a los humedales costeros, deberá restituirla al cuerpo de agua y asegurarse de que el volumen, pH, salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y la calidad del agua que llega al humedal costero garanticen la viabilidad del mismo.  | No habrá vertimiento de agua en la cuenca que alimenta el humedal costero. Tampoco habrá utilización de agua proveniente de la cuenca que alimenta el humedal costero.   |
| 4.8  | Se deberá prevenir que el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles o modifiquen la temperatura del cuerpo de agua; alteren el equilibrio ecológico, dañen el ecosistema o a sus componentes vivos. Las descargas provenientes de granjas acuícolas, centros pecuarios, industrias, centros urbanos, desarrollos turísticos y otras actividades productivas que se vierten a los humedales costeros deberán ser tratadas y cumplir cabalmente con las normas establecidas según el caso. | No habrá vertimiento de aguas residuales a cuerpos de agua que puedan dañar al ecosistema de humedal costero.<br><br>Durante la operación del proyecto, los residuos que se generen durante las etapas de preparación del sitio y construcción, serán provenientes de los hidrosanitarios instalados para los trabajadores de la obra, los cuales serán manejados por la misma empresa que proporcione los servicios de renta y mantenimiento de los mismos.<br><br>En la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, las aguas residuales que se generen se conducirán a la red de drenaje a cargo de la Comisión de agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo (Capanet). |
| 4.9  | El permiso de vertimiento de aguas residuales a la unidad hidrológica debe ser solicitado directamente a la autoridad competente, quien le fijará las condiciones de calidad de la descarga y el monitoreo que deberá realizar.   | Este criterio no aplica al proyecto, ya que el vertimiento de aguas residuales en la etapa de operación y mantenimiento se conducirán a la red de drenaje a cargo de la Comisión de agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo (Capanet).  |
| 4.10 | La extracción de agua subterránea por bombeo en áreas colindantes a un manglar debe de  | Dicha especificación no aplica al proyecto, ya que no se extraerá agua de la primera capa de agua  |



| Num.               | Especificaci3n de la NOM-022-SEMARNAT-2003   | Vinculaci3n con el proyecto   |
|--------------------|--|---|
|                    | <p>garantizar el balance hidrol3gico en el cuerpo de agua y la vegetaci3n, evitando la intrusi3n de la cuña salina en el acuífero.</p>   | <p>dulce, por lo que no se afectará la cuña salina del acuífero. (ver Estudio de Caracterizaci3n y Cuantificaci3n Hidrol3gica y Geohidrol3gica Capítulo IX).</p> <p>Es importante mencionar que el sistema lagunar Nichupt3 presenta un basamento de lodo calcáreo semi impermeable, siendo su principal fuente de alimentaci3n el agua subterránea proveniente de la zona continental, la precipitaci3n <i>in situ</i>, así como de la entrada de agua salina proveniente de las corrientes litorales.</p> |
| <p><b>4.11</b></p> | <p>Se debe evitar introducci3n de ejemplares o poblaciones que puedan tornar perjudiciales en aquellos casos en donde existan evidencias en las que algunas especies estén provocando u daño inminente a los humedales costeros en zona de manglar, la Secretaria evaluará el daño ambiental y dictará las medidas de control correspondientes.</p>                                    | <p>No habrá introducci3n de ejemplares que sean perjudiciales al humedal costero. La reforestaci3n que se pretende será en funci3n de las mismas especies vegetativas a desmontar por el cambio de uso de suelo y acorde a la vegetaci3n de la zona de estudio.</p>   |
| <p><b>4.12</b></p> | <p>Se deberá considerar en los estudios de impacto ambiental, así como en los ordenamientos ecol3gicos el balance entre el aporte hídrico proveniente de la cuenca continental y el de las mareas, mismas que determinan la mezcla de aguas dulce y salada recreando las condiciones estuarinas, determinantes en los humedales costeros y las comunidades vegetales que soportan.</p> | <p>El presente DTU, ha integrado un análisis en el balance hídrico proveniente de la cuenca continental, así como el aporte proveniente de las mareas, creando la condiciones estuarinas que mantienen el humedal costero, en el que a su vez se demuestra que el proyecto no influirá en la dinámica hídrica del ecosistema (ver Estudio Geohidrol3gico de Caracterizaci3n y Cuantificaci3n Hidrol3gica y Geohidrol3gica, del Capítulo VII del presente DTU)</p>   |
| <p><b>4.13</b></p> | <p>En caso de que sea necesario trazar una vía de comunicaci3n en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal, se deberá garantizar que la vía de comunicaci3n es trazada sobre pilotes que permitirán el libre flujo hidráulico dentro del ecosistema, así como garantizar el libre paso de</p>  | <p>No aplica la especificaci3n. No habrá vías de comunicaci3n sobre el humedal costero.</p>   |

| Num. | Especificación de la NOM-022-SEMARNAT-2003  | Vinculación con el proyecto   |
|------|---|---|
|      | la fauna silvestre. Durante el proceso constructivo se utilizarán métodos de construcción en fase (por sobre posición continua de la obra) que no dañen el suelo del humedal, no generen depósito de material de construcción ni genere residuos sólidos en el área.  |   |
| 4.14 | La construcción de vías de comunicación aledañas, colindantes o paralelas al flujo del humedal costero, deberá incluir drenes y alcantarillas que permitan el libre flujo del agua y de luz. Se deberá dejar una franja de protección de 100 m (cien metros) como mínimo la cual se medirá a partir del límite del derecho de vía al límite de la comunidad vegetal, y los taludes recubiertos con vegetación nativa que garanticen su estabilidad. | No habrá construcción de vía de comunicación aledaña, colindante o paralela al flujo del humedal costero. El límite del predio, en la zona norte se encuentra a una distancia próxima de 14.3 m. hacia la zona de mangle.   |
| 4.15 | Cualquier servicio que utilice postes, ductos, torres y líneas, deberá ser dispuesto sobre el derecho de vía. En caso de no existir alguna vía de comunicación se deberá buscar en lo posible bordear la comunidad de manglar, o en el caso de cruzar el manglar procurar el menor impacto posible.   | No habrá desarrollo de obras en zona de vegetación del manglar. El predio y por consecuencia las obras que conforman el proyecto se encuentra fuera de la comunidad de manglar.   |
| 4.16 | Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberá dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo.   | Como se indicó con anterioridad, el límite del predio, en la zona norte se encuentra a una distancia próxima de 14.3 m. hacia la zona de mangle. Para ello se contemplan medidas compensatorias que se incluyen en la especificación 4.43 de la presente norma.   |
| 4.17 | La obtención del material para construcción, se deberá realizar de los bancos de préstamo señalados por la autoridad competente, los cuales estarán ubicados fuera del área que ocupan los manglares y en sitios que no tengan influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas que los contienen.   | En la etapa constructiva del proyecto, el material para la construcción del inmueble será obtenido de sitios o banco de préstamo debidamente autorizado, los cuales estarán ubicados fuera del área que ocupan los manglares y en sitios que no tengan influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas. |
| 4.18 | Queda prohibido el relleno, desmonte, quema y   | No habrá relleno, desmonte, quema, ni   |

| Num. | Especificación de la NOM-022-SEMARNAT-2003   | Vinculación con el proyecto  |
|------|--|--|
|      | desección de vegetación de humedal costero, para ser transformado en potreros, rellenos sanitarios, asentamientos humanos, bordos, o cualquier otra obra que implique pérdida de vegetación, que no haya sido autorizada por medio de un cambio de utilización de terrenos forestales y especificada en el informe preventivo o, en su caso, el estudio de impacto ambiental.  | desección de vegetación de humedal costero. Por lo que el proyecto se ajusta al presente criterio. Se ha demostrado, en el presente capítulo que el proyecto no tendrá afectación sobre el humedal de acuerdo al análisis hidrológico incluido.  |
| 4.19 | Queda prohibida la ubicación de zonas de tiro o disposición del material de dragado dentro del manglar, y en sitios en la unidad hidrológica donde haya el riesgo de obstrucción de los flujos hidrológicos de escurrimiento y mareas.   | No habrá actividades de dragado que originen actividades de tiro o zonas de tiro en el humedal costero.  |
| 4.20 | Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.  | No habrá disposición de residuos sólidos en el humedal costero. Se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos, cuyo manejo adecuado será de conformidad a la legislación aplicable a fin de prevenir contaminación del ambiente por inadecuada disposición de residuos sólidos. |
| 4.21 | Queda prohibida la instalación de granjas camaronícolas industriales intensivas o semintensivas en zonas de manglar y lagunas costeras, y queda limitado a zonas de marismas y a terrenos más elevados sin vegetación primaria en los que la superficie del proyecto no exceda el equivalente del 10% de la superficie de la laguna costera receptora de sus efluentes en lo que se determina su capacidad de carga hidrológica. | La especificación en cita no aplica al proyecto. La naturaleza de las obras corresponde al sector turístico.   |
| 4.22 | No se permite la construcción de Infraestructura acuícola en áreas cubiertas de vegetación de manglar a excepción de canales de toma y descarga, las cuales deberán contar con previa autorización en materia de impacto ambiental, y de cambio de utilización de terrenos forestales.   | La especificación en cita no aplica al proyecto. La naturaleza de las obras corresponde al sector turístico.   |
| 4.23 | En los casos de autorización de canalización, el área de manglar a deforestar deberá ser exclusivamente la aprobada tanto en la  | No aplica la especificación. No se pretende la construcción de canales. No desviación o rectificación de canales naturales o de cualquier  |

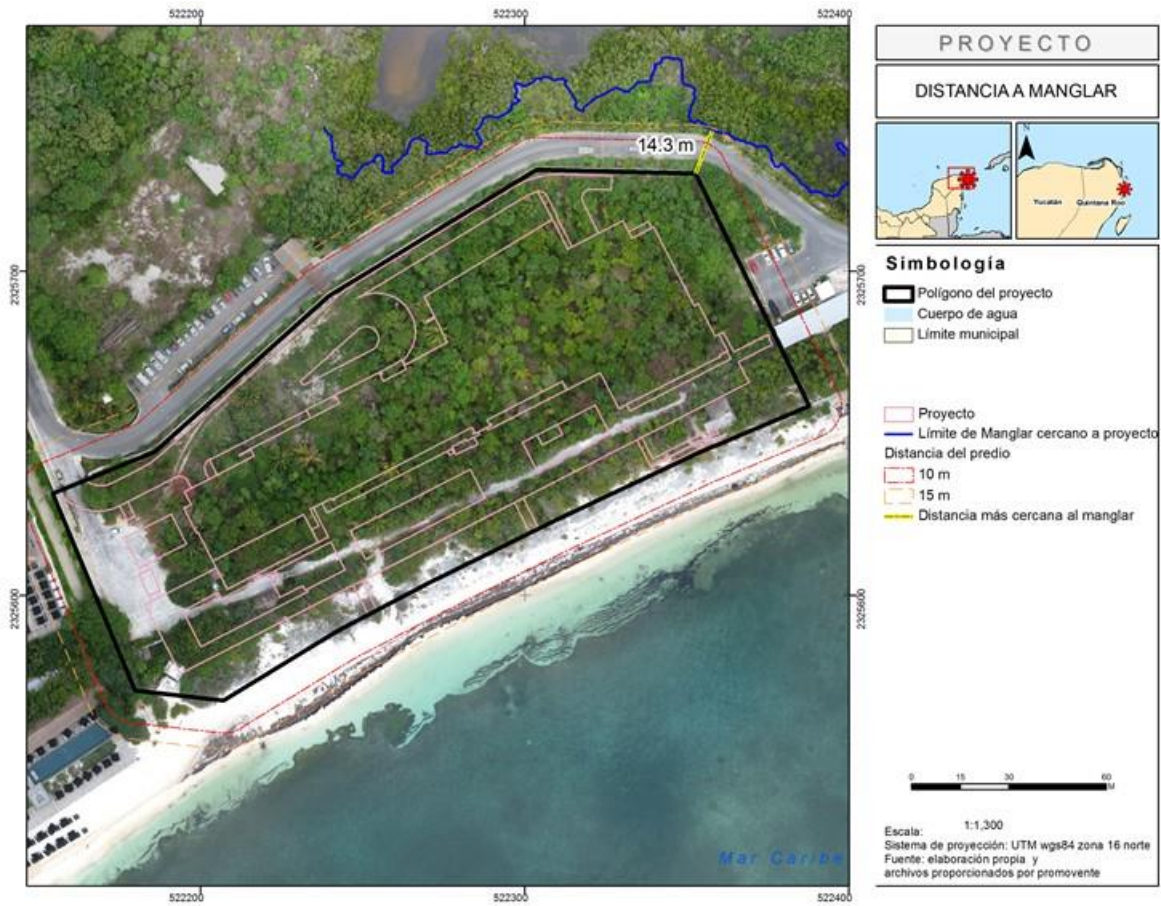
| Num. | Especificación de la NOM-022-SEMARNAT-2003   | Vinculación con el proyecto  |
|------|--|--|
|      | resolución de impacto ambiental y la autorización de cambio de utilización de terrenos forestales. No se permite la desviación o rectificación de canales naturales o de cualquier porción de una unidad hidrológica que contenga o no vegetación de manglar.  | porción de una unidad hidrológica que contenga o no vegetación de manglar.   |
| 4.24 | Se favorecerán los proyectos de unidades de producción agrícola que utilicen tecnología de toma de descarga de agua, diferente a la canalización.  | No aplica al proyecto. Las obras no corresponden a la producción agrícola.   |
| 4.25 | La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente post-larvas de especies nativas producidas en laboratorio.   | No aplica al proyecto. Las obras no corresponden a actividades acuícolas.  |
| 4.26 | Los canales de llamada que extraigan agua de la unidad hidrológica donde se ubique la zona de manglar deberá evitar, la remoción de larvas y juveniles de peces y moluscos.  | La extracción de agua se pretende, es con fines de suministro de agua potable para la operación del proyecto. No habrá remoción de larvas, peces y moluscos.   |
| 4.27 | Las obras o actividades extractivas relaciones a la producción de sal, solo podrán ubicarse en salitres naturales; los bordos no deberán exceder el límite natural del salitral, ni obstruir el flujo natural del agua en el ecosistema.   | No se pretende el desarrollo de actividades extractivas relacionadas a la producción de sal.   |
| 4.28 | La infraestructura turística ubicada dentro de un humedal costero debe ser de bajo impacto, con materiales locales de preferencia en palafitos, que no alteren el flujo superficial del agua, cuya conexión sea a través de veredas flotantes en áreas lejanas de sitios de anidación y percha de aves acuáticas, y requiere de zonificación, monitoreo y de informe preventivo. | Si bien es cierto que el proyecto corresponde al sector turístico. Las obras se encuentran fuera de la vegetación del mangle dentro del humedal costero. Mediante el estudio hidrológico, se ha demostrado mediante el análisis presentado tanto en la presente norma, como en la vinculación del Art. 60 TER de la LGVS, que el proyecto no habrá alteración del flujo superficial del agua. La infraestructura propuesta para el desarrollo de obras no afectará al humedal costero y dado la ubicación del predio y condiciones ambientales, debido a que no es sitio de anidación de aves acuáticas. |
| 4.29 | Las actividades de turismo náutico en los humedales costeros en zonas de manglar deben llevarse a cabo de tal forma que se evite cualquier daño al entorno ecológico, así como a las especies de fauna silvestre que en ellos se   | No se pretende el desarrollo de actividades náuticas.  |

| Num. | Especificación de la NOM-022-SEMARNAT-2003  | Vinculación con el proyecto   |
|------|---|---|
|      | encuentran. Para ello se establecerán zonas de embarque y desembarque, áreas específicas de restricción y áreas donde se reporte la presencia de especies en riesgo.  |   |
| 4.30 | En áreas restringidas los motores fuera de borda deberán ser operados con precaución, navegando a velocidades bajas (no mayor de 8 nudos), y evitando zonas de riesgo como el manatí.   | No habrá actividades de turismo como es la zona de playa, que se utilicen motores.  |
| 4.31 | El turismo educativo, ecoturismo y observación de aves en el humedal costero deberán llevarse a cabo a través de veredas flotantes, evitando la compactación del sustrato, y el potencial de riesgo de disturbio a zonas de anidación de aves, tortugas y otras especies.   | No aplica al proyecto. No se pretenden actividades de turismo educativo, ecoturismo y observación de aves en el humedal costero.  |
| 4.32 | Deberá de evitarse la fragmentación del humedal costero mediante la reducción del número de caminos de acceso a la playa en centros turísticos y otros. Un humedal costero menor a 5 km de longitud del eje mayor, deberá tener un solo acceso a la playa y éste deberá ser ubicado en su periferia. Los accesos que crucen humedales costeros mayores a 5 km de longitud con respecto al eje mayor, deben estar ubicados como mínimo a una distancia de 30 km uno de otro. | El desarrollo del proyecto no se realizará en humedal costero, razón por la que no habrá fragmentación del mismo.   |
| 4.33 | La construcción de canales deberá garantizar que no se fragmentará el ecosistema y que los canales permitirán su continuidad, se dará preferencia a las obras o el desarrollo de infraestructura que tienda a reducir el número de canales en los manglares.  | No habrá construcción de canales que fragmenten el ecosistema del humedal costero.  |
| 4.34 | Se debe evitar la compactación de marismas y humedales costeros, como resultado del paso de ganado, personas y vehículos y otros factores antropogénicos.   | No habrá compactación del humedal costero. El uso de suelo de conformidad al programa de desarrollo urbano corresponde a Turístico Hotelero ajustándose a los parámetros urbanos. |
| 4.35 | Se dará preferencia a las obras y actividades que tiendan a restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas   | No habrá restauración de zona de manglar. Sin embargo, se llevarán a cabo estrategias ambientales que conducen a la protección y conservación de dicha zona, como es un manejo    |

| Num. | Especificaci3n de la NOM-022-SEMARNAT-2003   | Vinculaci3n con el proyecto  |
|------|--|--|
|      | costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biol3gicos y que faciliten el libre tr3nsito de la fauna silvestre.  | adecuado de residuos de conformidad a la legislaci3n y normatividad aplicable, en el que se incluye una disposici3n final y adecuada de las aguas residuales posterior a su tratamiento.   |
| 4.36 | Se deber3n restaurar, proteger o conservar las 3reas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bah3as, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biol3gicos y que faciliten el libre tr3nsito de la fauna silvestre, de acuerdo como se determinen en el Informe Preventivo.   | No habr3 descargas de aguas residuales al sistema lagunar “Manglares Nichupt3”. Asimismo, se contemplan estrategias en compensaci3n por la franja de amortiguamiento de los 100 metros de distancia de obras hacia la vegetaci3n de mangle (Ver medidas de compensaci3n incluidas en el presente DTU).   |
| 4.37 | Se deber3 favorecer y propiciar la regeneraci3n natural de la unidad hidrol3gica, comunidad vegetales y animales mediante el restablecimiento de la din3mica hidrol3gica y flujos h3dricos continentales (r3os de superficie y subterr3neos, arroyos permanentes y temporales, escurrimientos terrestres laminares, aportes del manto fre3tico), la eliminaci3n de vertimientos de aguas residuales y sin tratamiento protegiendo las 3reas que presenten potencial para ello. | El desarrollo del proyecto no afectar3 la unidad hidrol3gica que alimenta a la comunidad vegetal de manglar. No hay r3os o hidrolog3a superficial que se vea afectada por el proyecto, ni flujos subterr3neos o aportes del manto fre3tico que alimenten la zona de manglar. No habr3 vertimiento de aguas residuales. Las aguas residuales que generen por el desarrollo del proyecto ser3n tratadas. |
| 4.38 | Los programas proyectos de restauraci3n de manglares deber3n estar fundamentados cient3fica y t3cnica y aprobados en la resoluci3n de impacto ambiental, previa consulta a un grupo colegiado. Dicho proyecto deber3 contar con un protocolo que sirva de l3nea de base para determinar las acciones a realizar.   | En el desarrollo del proyecto no se pretende la restauraci3n del manglar, m3s bien se han propuesto medidas para la protecci3n y conservaci3n del manglar (Ver el Cap3tulo VII del presente DTU).  |
| 4.39 | La restauraci3n de humedales costeros con zonas de manglar deber3 utilizar el mayor n3mero de especies nativas dominantes en el 3rea a ser restaurada, tomando en cuenta la estructura y composici3n de la comunidad vegetal local, los suelos, hidrolog3a y las condiciones del ecosistema donde se encuentre.  | No aplica la especificaci3n. Como se indic3 anteriormente, no habr3 restauraci3n del humedal costero.  |
| 4.40 | Queda estrictamente prohibido introducir especies ex3ticas para las actividades de restauraci3n de los humedales costeros.   | No habr3 introducci3n de especies ex3ticas en el humedal costero. No se pretende la restauraci3n del humedal.  |
| 4.41 | La mayor3a de los humedales costeros   | No aplica la especificaci3n en cita. No se   |

| Num. | Especificaci3n de la NOM-022-SEMARNAT-2003   | Vinculaci3n con el proyecto   |
|------|--|---|
|      | restaurados y creados requerir3n de por lo menos de tres a cinco a3os de monitoreo, con la finalidad de asegurar que el humedal costero alcance la madurez y el desempe3o 3ptimo.  | pretende la restauraci3n del humedal.   |
| 4.42 | Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deber3n considerar un estudio integral de la unidad hidrol3gica donde se ubican los humedales costeros.   | El proyecto se ajusta al presente criterio, en virtud se ha considerado el estudio hidrol3gico del humedal costero con la finalidad de demostrar que el proyecto no tendr3 afectaci3n alguna          |
| 4.43 | La prohibici3n de obras y actividades estipuladas en los numerales 4.4 y 4.22 y los l3mites establecidos en los numerales 4.14 y 4.16 podr3n exceptuarse siempre que el informe preventivo o en la manifestaci3n de impacto ambiental, seg3n sea el caso, se establezcan medidas de compensaci3n en beneficio de los humedales y se obtenga la autorizaci3n de cambio de uso de suelo correspondiente. | Para el cumplimiento de este numeral, el cual se relaciona con el 4.16, se implementara un Programa de Compensaci3n en beneficio de los Humedales, el cual se ubica en Cap3tulo VII del presente DTU. |





**Figura III. 25** Distancia del predio con respecto a la vegetaci3n de manglar (Sitio RAMSAR).

**Tabla III. 33** Vinculaci3n del proyecto con respecto a la Normatividad ambiental aplicable.

| Norma Oficial Mexicana  | Vinculaci3n con el Proyecto  |
|---|--|
| <b>AGUA</b>   |  |
| <b>NOM-001-SEMARNAT-1996</b> Que establece los l3mites m3ximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.                        | El proyecto no contempla la disposici3n de aguas residuales a cuerpos de agua federales, en particular las aguas residuales ser3n tratadas (Ver Cap3tulo II del presente DTU) y reutilizadas para actividades de riesgo en 3reas jardinadas. |
| <b>NOM-002-SEMARNAT-1996</b> Que establece los l3mites m3ximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. | Para una adecuada disposici3n de las aguas residuales durante las etapas de preparaci3n del sitio y construcci3n, ser3n provenientes de los hidrosanitarios instalados para los trabajadores de la obra. Sin embargo, la empresa que         |

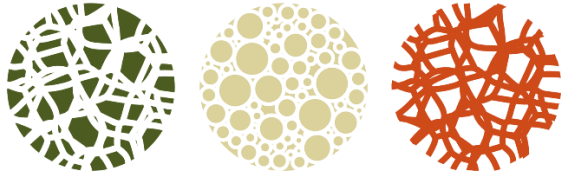


Documento Técnico Unificado (DTU) Modalidad-B Regional para el proyecto  
**“Hotel Riviera Cancún”**

|  |  |
|--|--|
|  | <p>proporcionará el servicio de renta y mantenimiento de los sanitarios también se encargará del manejo adecuado de ese tipo de residuos.</p> <p>Mientras que durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, las aguas residuales que serán generadas se conducirán a la red de drenaje a cargo de la Comisión de agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo (Capanet), para lo cual se ajustará al contenido de la presente norma.</p> |
| <p><b>NOM-003-SEMARNAT-1997</b> <i>Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.</i></p>  | <p>Se pretenden el riego de jardines con aguas residuales tratadas, por lo que la norma en cita será un parámetro referencia para el cumplimiento del reúso de aguas residuales tratadas.</p>  |
| <p><b>NOM-003-CNA-1996</b> <i>Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.</i></p>   | <p>Se mantendrá en observancia el cumplimiento de norma en cita y los pozos se construirán bajo las especificaciones de la presente norma. CONAGUA será la autoridad de verificar el cumplimiento de la norma.</p>   |
| <p><b>NOM-004-CNA-1996</b> <i>Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general</i></p>   |  |
| <p><b>NOM-015-CNA-2007</b> <i>Infiltración artificial de agua a los acuíferos.- Características y especificaciones de las obras y del agua.</i></p>  |  |
| <b>AIRE</b>  |  |
| <p><b>NOM-041-SEMARNAT-2006,</b> <i>Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.</i></p>                | <p>El proyecto se vincula con las normas en cita, en materia de emisiones a la atmósfera principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción, con la utilización de la maquinaria y equipo, en el que deberán operar óptimas condiciones y en caso contrario reemplazarlos por otros que si se encuentren en perfectas condiciones, a fin de cumplir con los límites establecidos en los parámetros de emisión de gases.</p>                      |
| <p><b>NOM-045-SEMARNAT-2006,</b> <i>Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diesel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.</i></p> |  |
| <b>RESIDUOS</b>  |  |
| <p><b>NOM-052-SEMARNAT-2005,</b> <i>Que establece las características, el procedimiento de identificación,</i></p>   | <p>En lo que se refiere al manejo de residuos no peligrosos, se llevará a cabo un Programa de</p>  |

|   |   |
|---|---|
| <p><i>clasificación y los listados de los residuos peligrosos.</i></p>  | <p>manejo para ello se contemplan actividades de recolección, transporte y disposición final de los residuos municipales.</p>   |
| <p><b>NOM-054-SEMARNAT-1993</b> <i>Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos.</i></p>  | <p>En torno al manejo de residuos peligrosos, de acuerdo a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, el proyecto que nos ocupa, se considera como un microgenerador de residuos peligrosos, tales como los residuos líquidos de aceites provenientes de la maquinaria utiliza durante el proceso constructivo del proyecto, entre otros, por lo que, se dará cumplimiento a los lineamientos establecidos en esta Ley con un Programa de manejo de residuos que contemplen actividades tales como envasado, almacenamiento, recolección y transporte, así como tratamiento y/o disposición final de los residuos. Asimismo, se dará cumplimiento a las normas oficiales mexicanas para la identificación y caracterización de los mismos, así como el manejo de los residuos de acuerdo a la incompatibilidad conforme a las características de cada uno de los residuos de acuerdo a las normas en cita.</p> |
| <b>RUIDO</b>  |   |
| <p><b>NOM-080-SEMARNAT-1994.-</b> <i>Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.</i></p> | <p>Esta norma se vincula con el proyecto particularmente en la etapa de preparación y construcción, debido a la utilización de vehículos y/o maquinaria. Por lo tanto, es de observancia obligatoria para todo tipo de vehículos el cumplimiento de esta norma, los cuales deberán garantizar sus condiciones óptimas de operación, a fin de cumplir con los límites establecidos en emisión de ruido.</p>  |
| <b>SUELO</b>  |   |
| <p><b>NOM-138-SEMARNAT-SSA1-2012</b> <i>Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.</i></p>  | <p>Durante el desarrollo del proyecto se llevaran a cabo, las precauciones y las medidas de seguridad a fin de evitar algún derrame de hidrocarburos (gasolina, diesel, aceites, etc.) al suelo por el manejo de maquinaria y equipo particularmente en la etapa constructiva. En caso de derrame se deberá proceder de inmediato con la remediación correspondiente a través de una empresa competente que cuente con la tecnología</p>  |

|   |   |
|---|---|
|   | adecuada para ello, y en consecuencia la aplicaci3n de la norma en cita.  |
| <b>FLORA Y FAUNA</b>  |   |
| <p><b>NOM-059-SEMARNAT-2010</b><br/> <i>Protecci3n Ambiental- Especies nativas de M3xico de flora y fauna silvestres- categor3as de riesgo y especificaciones para su inclusi3n, exclusi3n o cambio- lista de especies en riesgo.</i></p> | <p>En la caracterizaci3n ambiental del sitio determinada en la presente DTU, se registr3 una especie con presencia en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categor3a de Amenazada, al interior del predio del Proyecto <i>Thrinax radiata</i>, perteneciente a la familia Arecaceae, Clase Liliopsida. Para ello se llevaran a cabo medidas de protecci3n y conservaci3n.</p> <p>En fauna, dentro del pol3gono del proyecto se registr3 la especie <i>Ctenosaura similis</i> que de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, se encuentra en el estatus de Amenazada, es importante resaltar que esta especie tuvo alta abundancia de individuos dentro de la zona muestreada. Por tal motivo se implementaran acciones de rescate y reubicaci3n de especie.</p> |



qvgestiónambiental

# CAPITULO IV

*DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO  
DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN*







---

Contenido

|  |    |
|--|----|
| IV.1.1. Criterios para la delimitaci3n del Sistema Ambiental Regional y 3rea de Estudio. ....                                      | 8  |
| IV.1.2. Regiones prioritarias establecidas por la Comisi3n Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) ..... | 12 |
| IV.1. CARACTERIZACI3N Y AN3LISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y 3REA DE ESTUDIO .....  | 21 |
| IV.2. CLIMA.....   | 21 |
| IV.3. METEOROLOG3A.....  | 24 |
| IV.4.1. Vientos .....  | 24 |
| IV.4.2. Riesgos hidrometeorol3gicos.....   | 26 |
| IV.4. GEOLOG3A .....   | 35 |
| IV.5.1. Geolog3a Regional .....  | 35 |
| IV.5.2. Provincias fisiogr3ficas .....   | 40 |
| IV.5.3. Riesgos geol3gicos .....   | 42 |
| IV.5.4. Geomorfolog3a.....   | 46 |
| IV.5.5. Suelos .....   | 85 |
| IV.5.5.1. Degradaci3n de suelos.....   | 88 |
| IV.5.5.2. Erosi3n de los suelos.....   | 89 |
| IV.5.5.3. Estimaci3n de la erosi3n potencial actual .....  | 90 |
| IV.5. HIDROLOG3A .....   | 94 |
| IV.6.1. Hidrolog3a Superficial.....  | 94 |
| IV.6.1.1. Hidrodin3mica en el Sistema Lagunar Nichupt3-Boj3rquez .....   | 95 |

---

|                  |  |            |
|------------------|--|------------|
| <b>IV.6.1.2.</b> | <b>Calidad del agua en el Sistema Lagunar Nichupt3-Boj3rquez..</b>                                 | <b>100</b> |
| <b>IV.6.2.</b>   | <b>Hidrolog3a Subterr3nea.....</b>   | <b>105</b> |
| <b>IV.6.2.1.</b> | <b>Aporte hidr3ulico y direcci3n del flujo regional.....</b>                                       | <b>106</b> |
| <b>IV.6.2.2.</b> | <b>Geoqu3mica regional.....</b>  | <b>110</b> |
| <b>IV.6.2.3.</b> | <b>Secuencia estratigr3fica de la zona de estudio.....</b>   | <b>115</b> |
| <b>IV.6.2.4.</b> | <b>Calidad del agua subterr3nea .....</b>  | <b>116</b> |
| <b>IV.6.2.5.</b> | <b>Balance hidrol3gico Regional y Local.....</b>   | <b>119</b> |
| <b>IV.6.3.</b>   | <b>Hidrolog3a marina .....</b>   | <b>126</b> |
| <b>IV.6.3.1.</b> | <b>Corrientes .....</b>  | <b>126</b> |
| <b>IV.6.3.2.</b> | <b>Oleaje.....</b>   | <b>130</b> |
| <b>IV.6.3.3.</b> | <b>Mareas.....</b>   | <b>131</b> |
| <b>IV.6.3.4.</b> | <b>Calidad del agua marina en Punta Nizuc.....</b>   | <b>131</b> |
| <b>IV.7.</b>     | <b>MEDIO BI3TICO .....</b>   | <b>135</b> |
| <b>IV.7.1.</b>   | <b>Vegetaci3n.....</b>   | <b>135</b> |
| a)               | Tipos de vegetaci3n en el SAR y AE.....  | 135        |
| a.1)             | Identificaci3n de los usos de suelo y vegetaci3n en el SAR y AE (conforme a INEGI y CONABIO) ..... | 135        |
| b)               | Tipo de vegetaci3n presente en el pol3gono del proyecto de acuerdo con CONABIO (2013).....         | 139        |
| c)               | Revisi3n bibliogr3fica de la composici3n flor3stica en el SAR y AE.....                            | 141        |
| d)               | Muestreo de la vegetaci3n presente en el SAR-AE y pol3gono del proyecto.....                       | 145        |
| e)               | Resultados del muestreo de la vegetaci3n en el SAR y AE.....                                       | 151        |
| f)               | Resultados del muestreo de la vegetaci3n en el pol3gono del proyecto .....                         | 194        |

---

---

|  |            |
|--|------------|
| f.1.) Composici3n y estructura de la vegetaci3n en el pol3gono del proyecto.....                         | 196        |
| g) Especies de flora incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 presentes en el SAR-AE<br>244                 |            |
| h) Especies de flora incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 presentes en el<br>pol3gono del proyecto..... | 247        |
| i) Vegetaci3n que debe respetarse o establecerse para proteger las tierras fr3giles                      | 251        |
| j.1) Tierras fr3giles .....  | 251        |
| <b>IV.7.2. Fauna</b> .....   | <b>253</b> |
| a) Fauna registrada en el SAR y AE .....   | 253        |
| b) Muestreo de la fauna presente en el SAR-AE y el pol3gono del proyecto .....                           | 256        |
| c) Resultados del muestreo de la fauna en el SAR y 3rea de estudio.....                                  | 263        |
| c.1) Curva de acumulaci3n de especies.....   | 263        |
| c.2) Diversidad .....  | 264        |
| c.3) Estimadores de diversidad.....  | 268        |
| d) Resultados del muestreo de la fauna en el pol3gono del proyecto.....                                  | 269        |
| d.1) Vertebrados registrados en el pol3gono del proyecto .....   | 270        |
| d.2) Reptilia.....   | 273        |
| d.3) Mammalia.....   | 273        |
| d.4) Aves .....  | 274        |
| d.5) Estimadores de Diversidad.....  | 275        |
| e) Especies de fauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el SAR-AE .....                                      | 277        |
| f) Especies de fauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el pol3gono del proyecto                             | 277        |
| g) Estacionalidad de aves.....   | 281        |



---

|  |            |
|--|------------|
| h) Madrigueras y nidos .....   | 283        |
| <b>IV.8. Medio socioecon3mico .....</b>  | <b>284</b> |
| <b>IV.9. Paisaje .....</b>   | <b>298</b> |
| <b>IV.5. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso de suelo propuesto.....</b> | <b>317</b> |
| IV.10.1. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo y su grado de afectaci3n                         | 319        |
| IV.10.2. Captura de carbono .....  | 323        |
| IV.10.3. Generaci3n de ox3geno .....   | 327        |
| IV.10.4. Infiltraci3n de agua .....  | 328        |
| IV.10.5. Protecci3n de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida.....                              | 330        |
| IV.10.6. Protecci3n y recuperaci3n de suelos .....   | 333        |
| IV.10.7. Amortiguamiento de los fen3menos naturales.....   | 335        |
| IV.10.8. Modulaci3n o regulaci3n clim3tica.....  | 335        |
| IV.10.9. Paisaje y recreaci3n .....  | 336        |
| IV.11. Diagn3stico Ambiental .....   | 337        |

## **DELIMITACI3N DEL 1REA DE ESTUDIO DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO**

El principal objetivo de este apartado es la delimitaci3n del Sistema Ambiental Regional y del 1rea de Estudio (SAR y AE), lo cual nos permitir1 identificar, describir y analizar los componentes bi3ticos y abi3ticos presentes, para que en el capitulo V, de este DTU, se determinen las interacciones del proyecto con estos componentes y se realice una evaluaci3n de los impactos ambientales a nivel regional, esto es que la escala regional permitir1 caracterizar los ecosistemas presentes a nivel SAR-AE, para posteriormente determinar los impactos ambientales a esos niveles de referencia, que tal vez no se podr1an obtener a nivel del pol3gono del proyecto y mucho menos a nivel de 1rea utilizable.

Al establecer un SAR y AE, se permite partir de un marco general que explique los procesos f3sicos y biol3gicos existentes en los ecosistemas, as3 como los componentes bi3ticos en diferentes niveles de organizaci3n, incorporando las caracter3sticas regionales y locales, e identificar las unidades ecol3gicas funcionales presentes, tal como se indica en la siguiente figura:

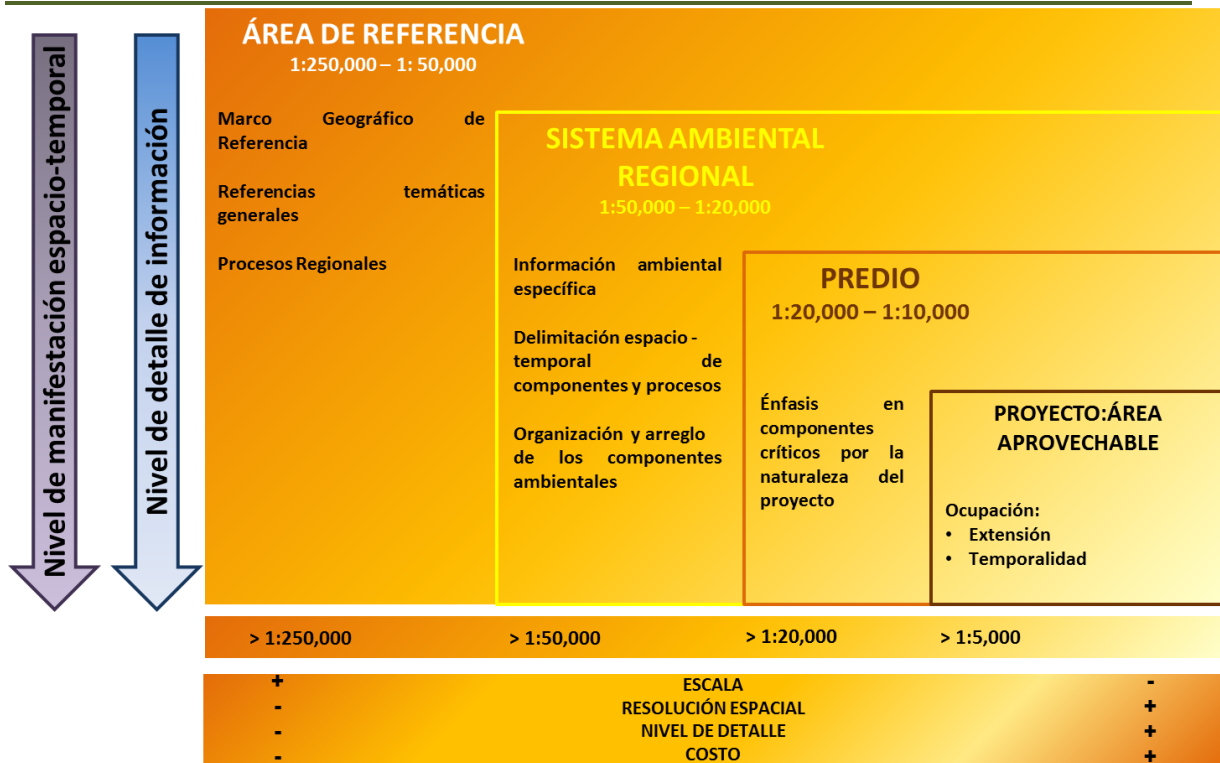


Figura IV. 1. Marco de referencia empleado para la delimitaci3n del Sistema Ambiental Regional del proyecto.

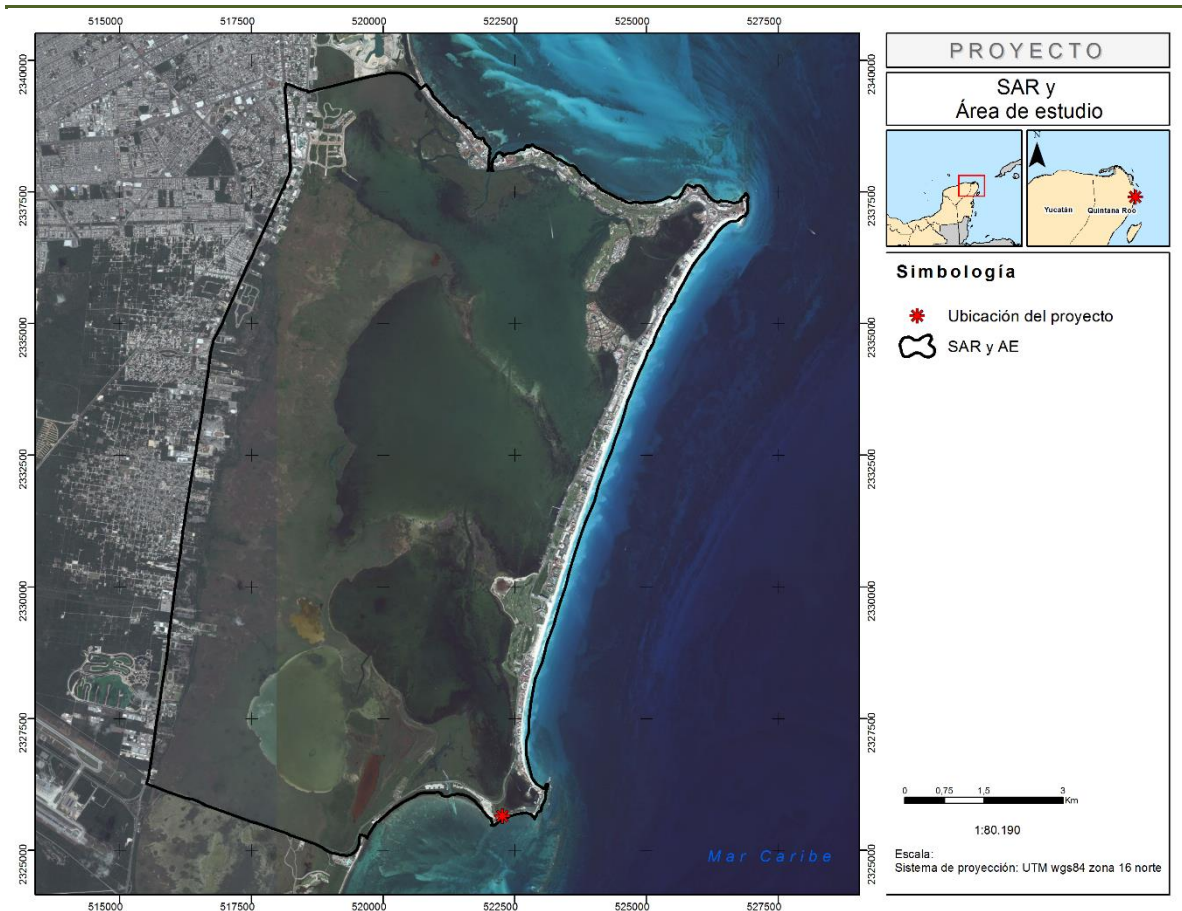
#### IV.1.1. Criterios para la delimitaci3n del Sistema Ambiental Regional y 3rea de Estudio.

De acuerdo con la ubicaci3n geogr3fica del pol3gono del proyecto, el 3rea en estudio se localiza en la porci3n noreste del estado de Quintana Roo, en la Pen3nsula de Yucat3n, por lo que se encuentra en la Regi3n Hidrol3gica RH-32 Yucat3n Norte que tiene una superficie de 56.443 km<sup>2</sup>, y cubre la mayor parte del estado de Quintana Roo, Campeche y Yucat3n.

El origen geol3gico de la plataforma de Yucat3n define actualmente un relieve plano, casi ausente de elevaciones y con una composici3n geol3gica de carbonatos. Esta 3ltima caracter3stica es la que determina que el proceso de infiltraci3n, en la Pen3nsula de Yucat3n, sea el dominante, y por ende que haya una ausencia de r3os superficiales.

Si bien el 3rea de estudio del proyecto forma parte de una gran regi3n hidrol3gica, 3sta no es representativa para evidenciar la estructura y funcionamiento del 3rea de estudio. En este sentido y considerando que en el 3rea del proyecto se carece de l3mites hidrol3gicos bien definidos, los criterios seleccionados para delimitar el SAR y 3rea de estudio fueron los l3mites de las unidades naturales, de car3cter natural y antr3picos, que persisten en la regi3n.

Esos dos elementos, naturales y urbanos, originan la unidad rural que presenta un car3cter mixto donde coexisten procesos de naturaleza antr3pica y natural (P3rez-Villegas & Carrascal, 2000) (Kauffer-Michel & Villanueva-Aguilar, 2011); es decir, el mantenimiento de la estructura se debe en parte a la energ3a natural y en parte a la energ3a antr3pica (PTEO, 2007). Por lo tanto, el crecimiento del cambio de uso de suelo costero y el entorno natural, que constituye una unidad de elementos bi3ticos y abi3ticos, y la respectiva ubicaci3n geogr3fica del proyecto considero un SAR-AE establecido por l3mites antr3picos, pero en el que predomina la unidad natural como se muestra en la siguiente figura.



**Figura IV. 2.** Delimitaci3n del Sistema Ambiental Regional y 3rea de estudio.

Como se menciona anteriormente, el criterio utilizado para delimitar el SAR del proyecto fue el antr3pico, no obstante predomina en 3ste la unidad natural. El Sistema Ambiental Regional y 3rea de estudio comprende una extensi3n de 10,039.22 ha. Los l3mites del SAR y AE son, al oeste la Carretera Federal 307 (Canc3n - Tulum) siendo una de las principales v3as de comunicaci3n que conecta la franja costera del corredor tur3stico Canc3n - Tulum. Al este la Barra litoral que une Punta Nizuc y Punta Canc3n.

Al interior del SAR y AE, se encuentra el sistema lagunar Nichupt3, que por sus caracter3sticas y por considerarse un 3rea con valor ambiental constituye el ANP Manglares de Nichupt3.

No se incluye el medio marino como parte del SAR, debido a que las obras y actividades que conforman el proyecto se ubicar3n en la zona terrestre, adem3s de haberse considerado lo siguiente:

Para poder acceder al predio del proyecto, desde la zona costera, se desarrollar3n escaleras y rampas de madera, las cu3les se ubicar3n sobre el afloramiento rocoso, sin que el proyecto considere obras dentro de la zona marina, como tampoco obras o actividades en la zona litoral, con lo cual el proyecto tampoco generar3 alguna modificaci3n en la l3nea de costa, en la cual, si bien el proyecto no influir3, existen factores externos al mismo funcionamiento del SAR que generan modificaciones en 3sta, ejemplo de ello es la intensidad en los ciclones tropicales por efecto de cambio clim3tico.

Con respecto a la generaci3n y manejo de residuos, ninguno de ellos ser3 vertido al mar, por lo tanto el proyecto no tendr3 influencia sobre la zona marina.

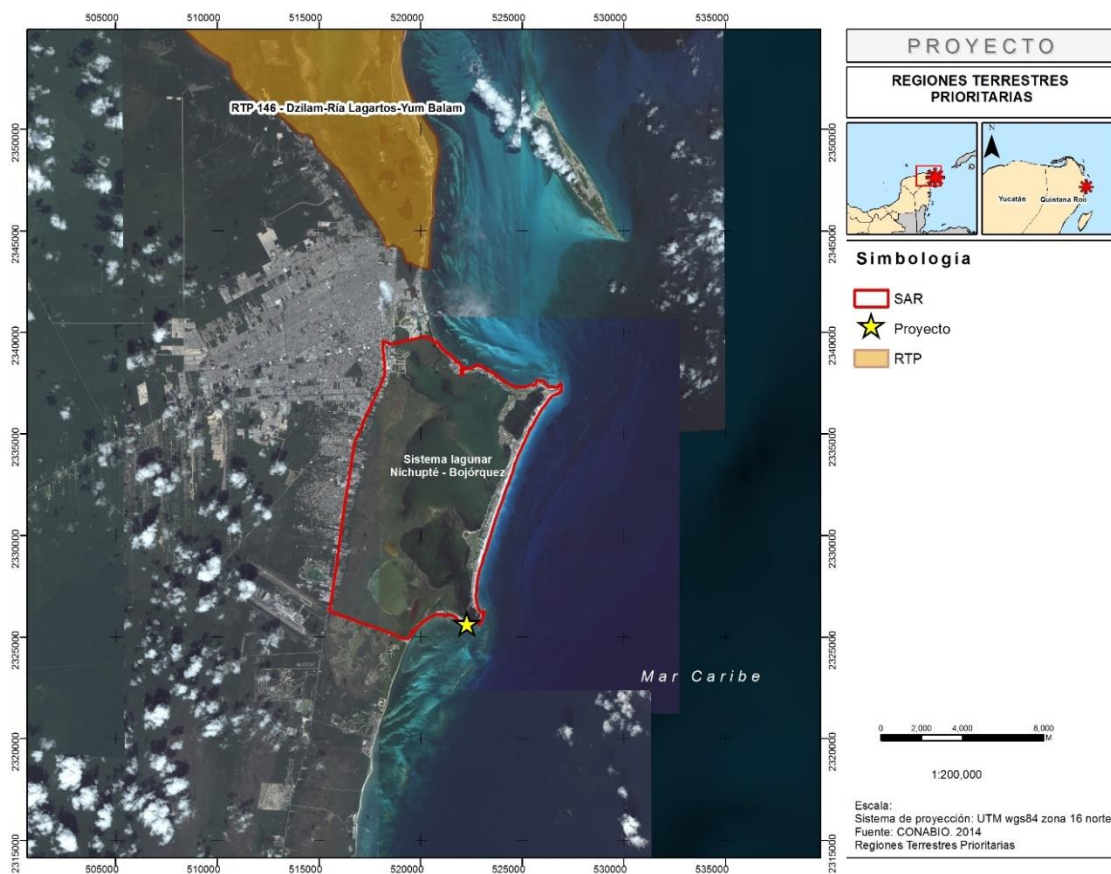
Derivado de lo anterior, no se incluye el medio marino como parte del SAR; no obstante, se ha considerado la caracterizaci3n de las corrientes marinas para evidenciar el funcionamiento de la Laguna de Nichupt3, que si forma parte del SAR.

## IV.1.2. Regiones prioritarias establecidas por la Comisi3n Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)

Antes de describir los diferentes componentes ambientales del SAR y 3rea de estudio, se har3 referencia a las regiones prioritarias de la CONABIO en las que inciden las 3reas antes referidas.

### Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

En la siguiente figura se puede observar que el SAR y 3rea de estudio del proyecto **no inciden** en ninguna RTP, encontr3ndose la m3s cercana, denominada Dzilam-R3a Lagartos-Yum Balam, a una distancia de 17.5 km.

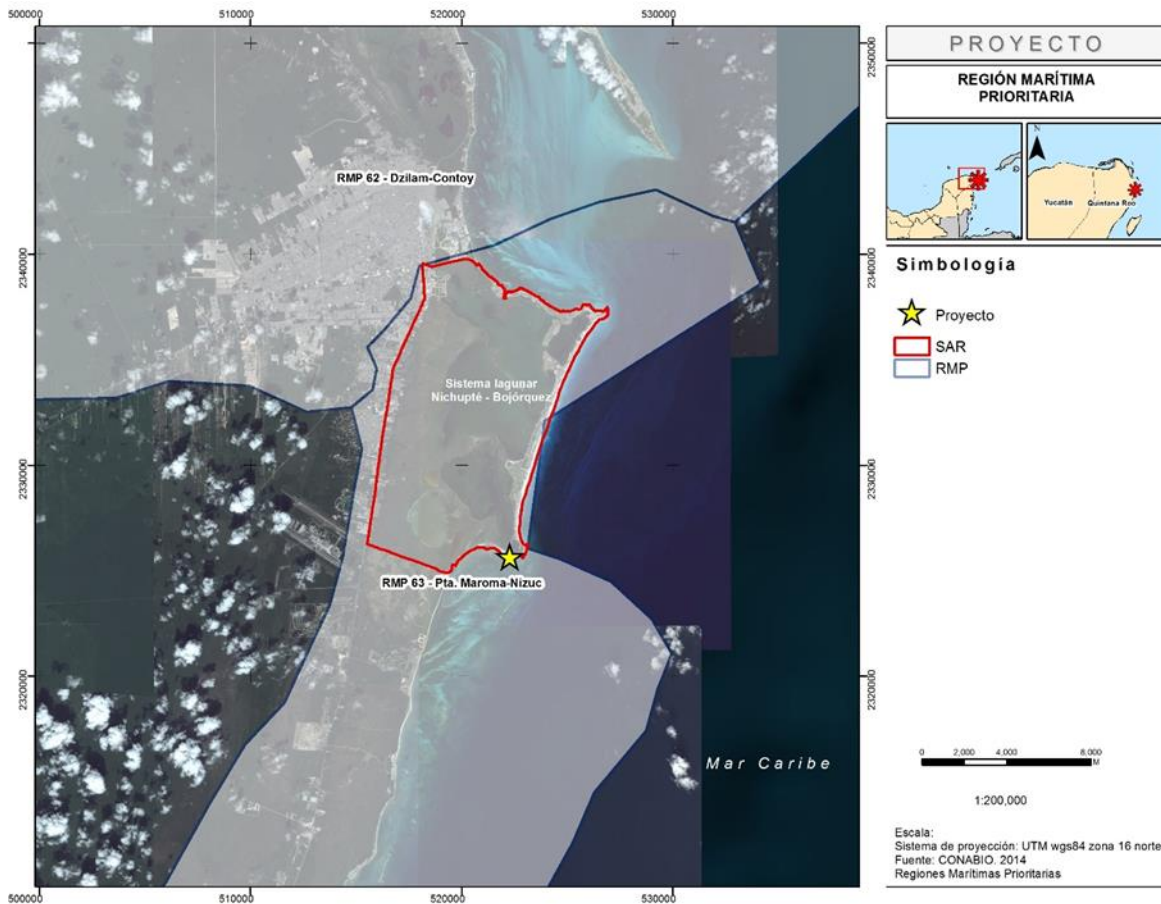


**Figura IV. 3.** Ubicaci3n del SAR-AE y pol3gono del proyecto con respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias.



## Regiones Marinas Prioritarias (RMP)

El SAR y 3rea de estudio se encuentran en la RMP 63 “Pta. Maroma-Nizuc”, tal como se muestra en la siguiente figura.



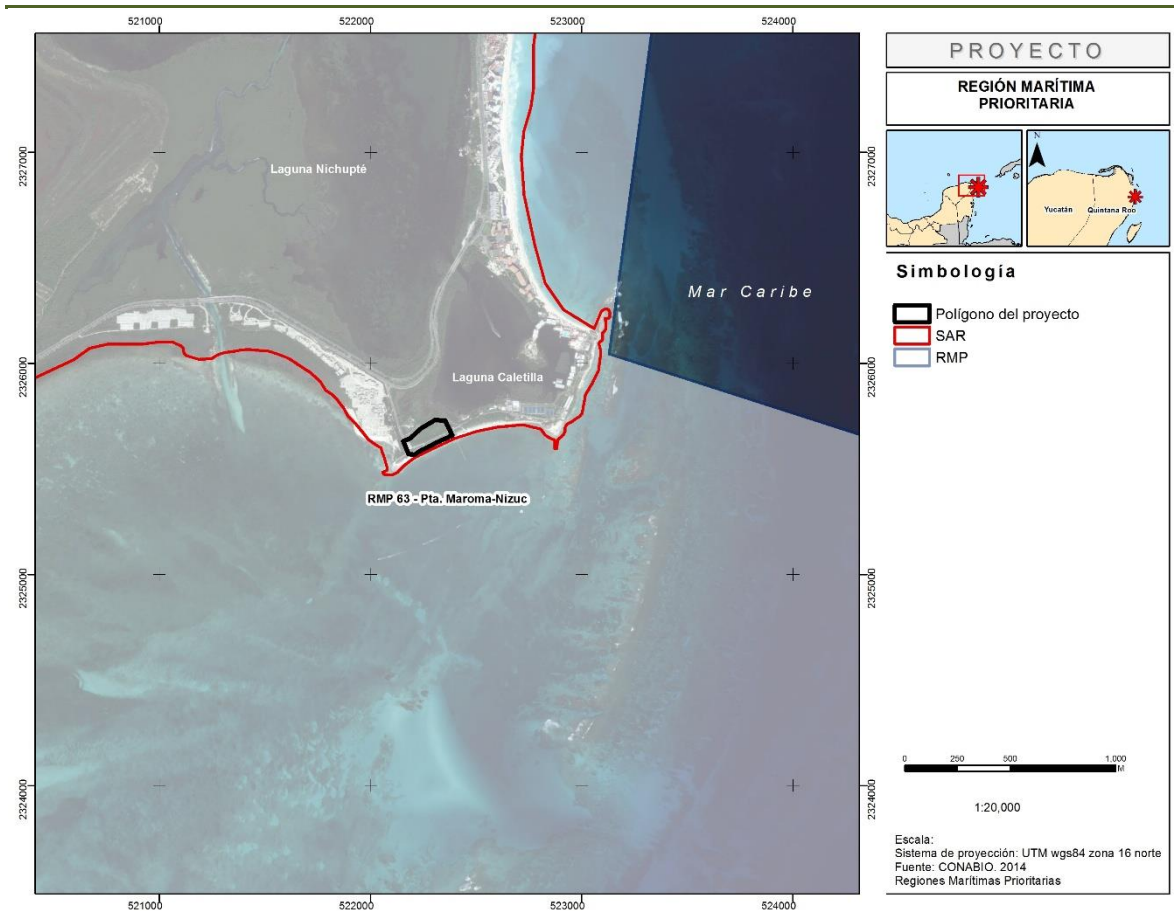
**Figura IV. 4.** Ubicaci3n del SAR-AE y pol3gono del proyecto con respecto a las Regiones Marinas Prioritarias.

CONABIO clasifica esta regi3n como 3rea de alta biodiversidad (AB), 3rea que presenta alguna amenaza para la biodiversidad, y 3rea de uso por sectores (AU). Actualmente, la problem3tica que presenta esta RMP es la modificaci3n del entorno, y entre las causas que lo originan se encuentran las siguientes:



- a) Tala de manglar.
- b) Relleno de 3reas inundables (p3rdida de permeabilidad de la barra).
- c) Remoci3n de pastos marinos.
- d) Construcci3n sobre bocas.
- e) Modificaci3n de barreras naturales.
- f) Da3o al ambiente por embarcaciones pesqueras mercantes y turísticas.
- g) Deforestaci3n e impactos humanos (Canc3n y otros desarrollos turísticos).
- h) Blanqueamiento de corales.
- i) Pesca ilegal.
- j) Campamentos irregulares en el 3rea continental del Municipio de Isla Mujeres.

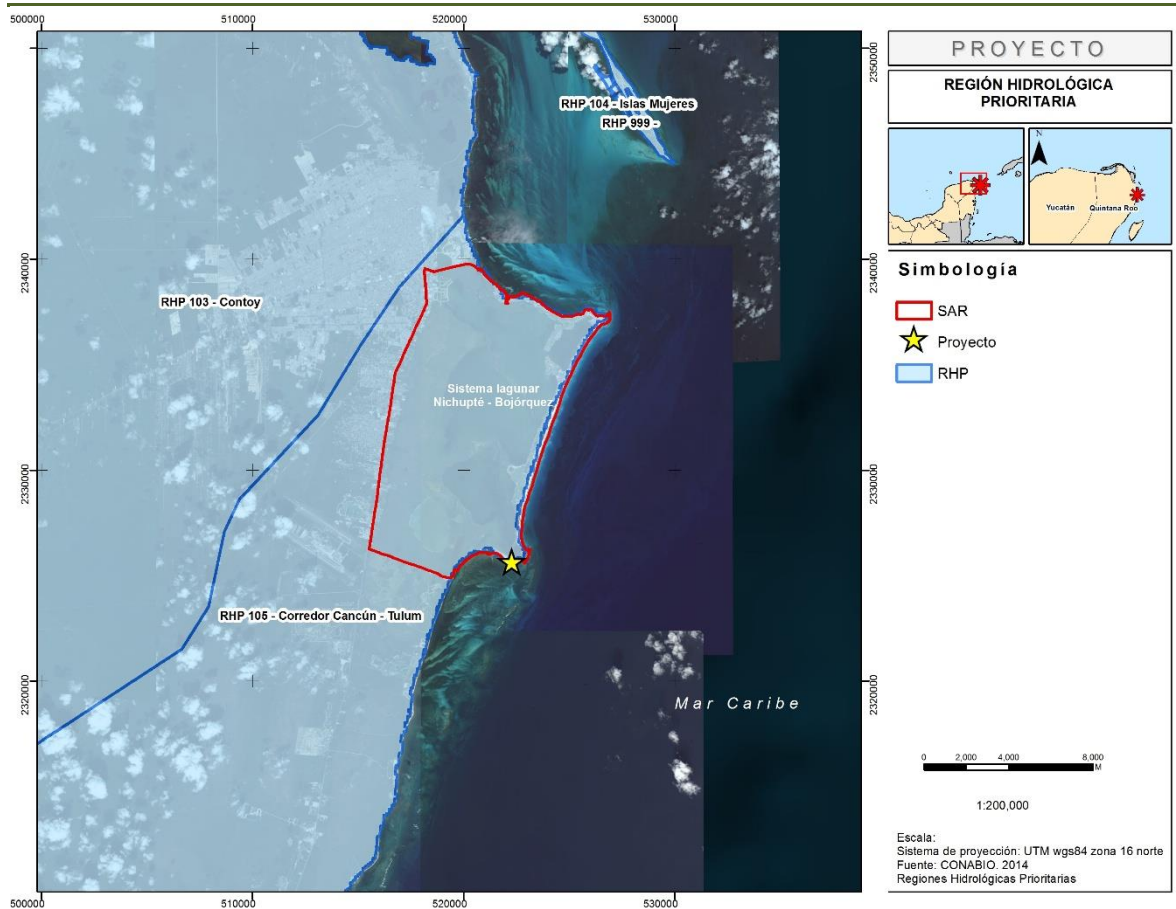
En el SAR y AE del proyecto, ya se realizan diferentes actividades antr3picas, cuyo origen radica en la fuerte influencia de la expansi3n del desarrollo turístico del corredor Canc3n – Tulum. El proyecto por su parte forma parte de este proceso de desarrollo, sin embargo y aun cuando el proyecto requiere eliminar cierto porcentaje de cobertura vegetal, el proyecto no generar3 un impacto en las 3reas de mayor valor ambiental (sistema lagunar) porque no implica un aprovechamiento ni una interacci3n con esta.



**Figura IV. 5.** Acercamiento del SAR-AE y pol3gono del proyecto con respecto a la RMP.

### Regiones Hidrol3gicas Prioritarias (RHP)

El SAR y 3rea de estudio del proyecto, inciden en la RHP 105 “Corredor Canc3n-Tulum”, como se muestra en la siguiente figura.

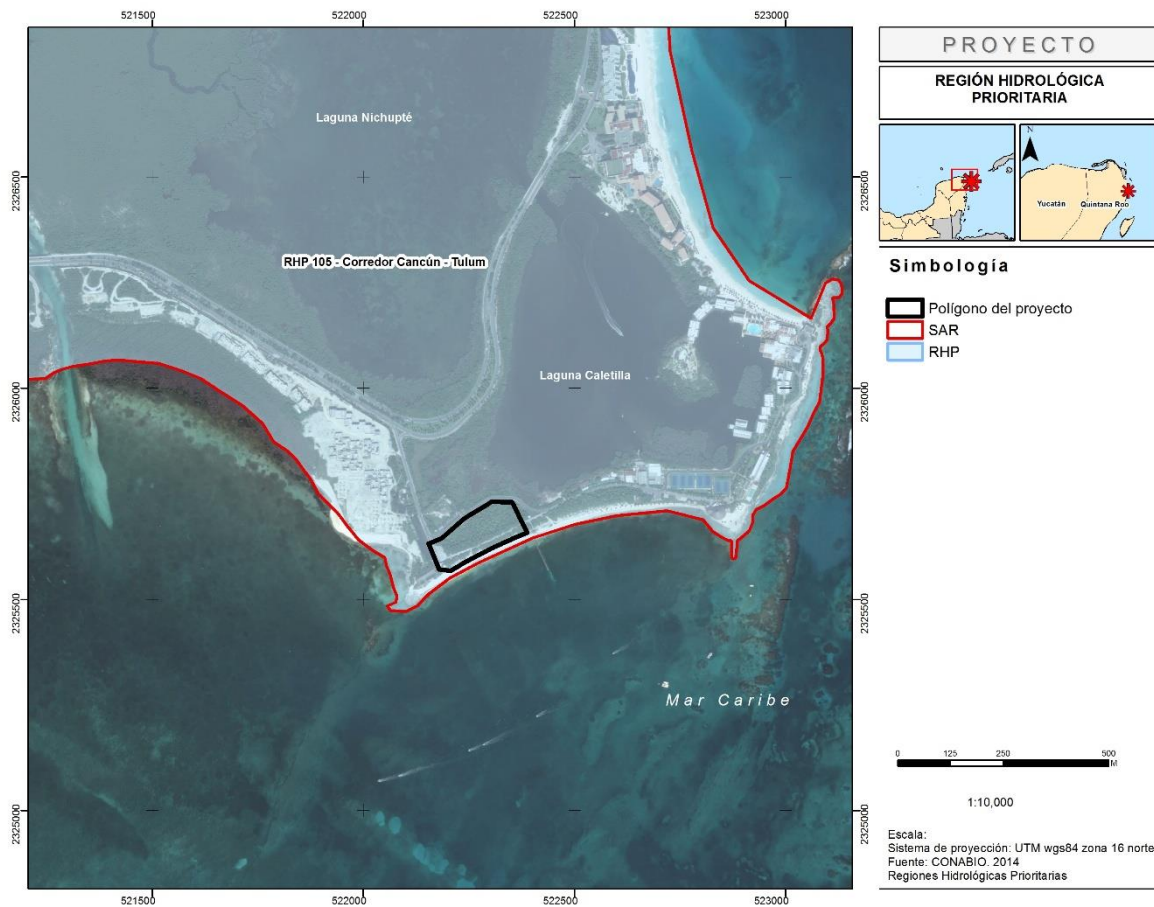


**Figura IV. 6.** Ubicaci3n del SAR-AE y el pol3gono del proyecto con respecto a las Regiones Hidrol3gicas Prioritarias.

Las problem3ticas que presenta la RHP 105, son b3sicamente la modificaci3n del entorno, originados por la perturbaci3n del ambiente por los complejos tur3sticos, las obras de ingenier3a para corredores tur3sticos, la deforestaci3n, y la modificaci3n de la vegetaci3n (tala de manglar) y de barreras naturales, relleno de 3reas inundables y formaci3n de canales. Algunos de los cuerpos de agua presentan ciertos niveles de contaminaci3n por la descarga de aguas residuales y desechos s3lidos.

Si bien el proyecto se localiza dentro de la RHP 105, este se encuentra ubicado espacialmente en Punta Nizuc al sur de Isla Canc3n (Ver la siguiente figura), una zona ya

dominada por la actividad turística, que ha modificado el entorno natural. La ubicaci3n espacial del proyecto no registra la presencia cuerpos de agua que pudieran ser afectados. Y aunque el 3rea del proyecto se encuentra a una distancia aproximada de 15 metros de la zona de manglar, no se pretende la modificaci3n de este porque existen barreras antr3picas que impiden una comunicaci3n directa con los humedales.



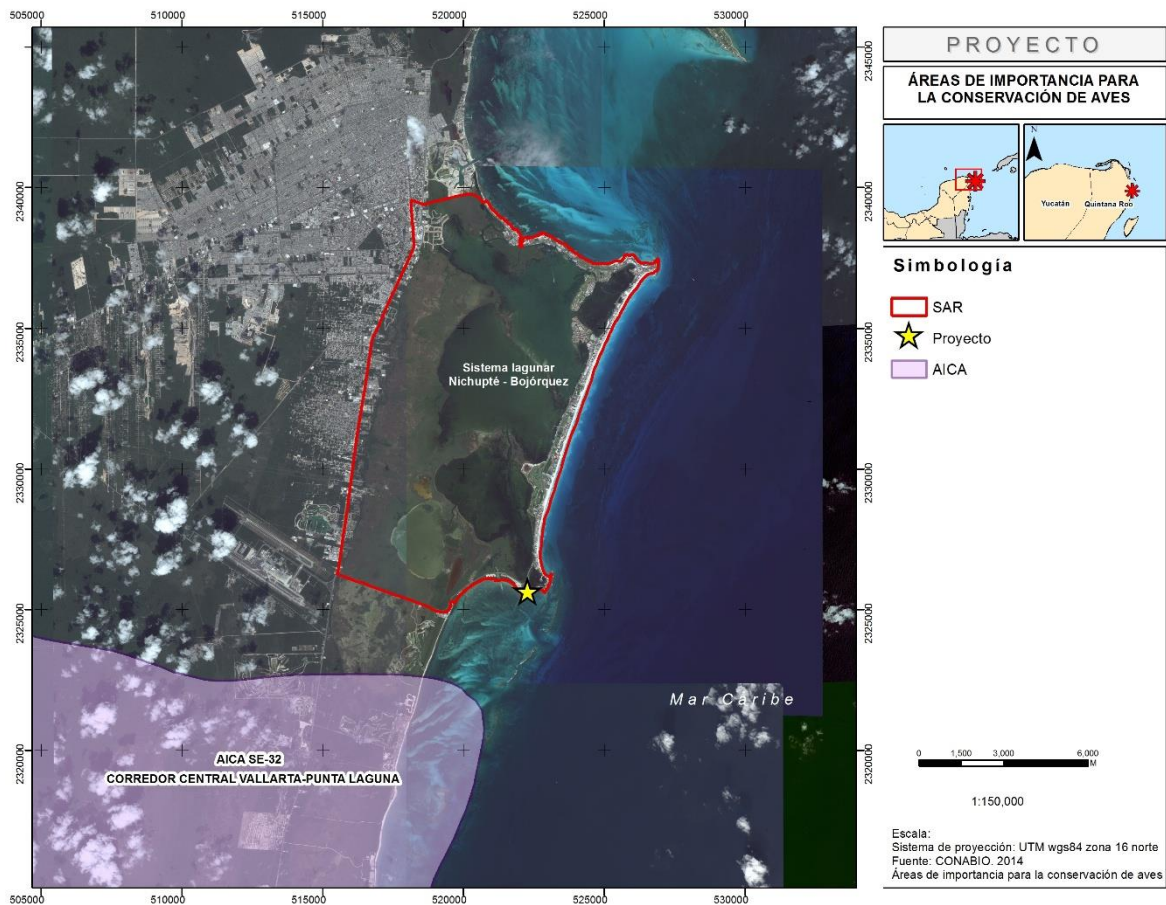
**Figura IV. 7.** Acercamiento del SAR-AE y polígono del proyecto con respecto a las Regiones RHP.

Aunque el proyecto generar3 residuos, estos no implicar3n un impacto acumulativo a los ya existentes, ya que no se pretende la descarga de residuos sobre sitios con valor ambiental. Para ello, el proyecto en evaluaci3n cuenta con los Programa de Manejo

Integral de Residuos, y de forma complementaria con el Programa de Educaci3n Ambiental, los cu3les se describen de forma espec3fica en el cap3tulo VII del presente DTU.

### 3reas de Importancia para la Conservaci3n de las Aves (AICAS)

Como se muestra en la siguiente figura, el SAR y AE no se empalma con ninguna AICA. La m3s cercana es el “Corredor Central Vallarta-Punta Laguna”, La distancia que guarda el proyecto con respecto al AICA es de 4 km aproximadamente, por lo que no tendr3 ninguna incidencia sobre esta 3rea de valor ambiental.



**Figura IV. 8.** Ubicaci3n del SAR y 3rea de estudio del proyecto con respecto a las AICAS.



## Sitios RAMSAR

Dentro del SAR y AE se localiza el Sitio Ramsar Manglares de Nichupté. Se caracteriza por contar con una población de 572, 973 habitantes según el II Censo de Población y Vivienda, 2005. Colinda al oeste con terrenos ejidales y particulares.

La importancia como sitio Ramsar es porque representa un refugio de numerosas especies animales, terrestres y acuáticas, migratorias o locales, además de ser fuente de nutrientes de una gran diversidad de organismos en diferentes niveles tróficos. Los manglares también funcionan como unidades de protección de tierras contra el oleaje provocado durante el paso de huracanes y tormentas.

También se destaca por su valor paisajístico y como sitio para la realización de un turismo de bajo impacto. De esta forma el área actúa como marco para el desarrollo turístico y económico de la región.

Ahora bien, entre las principales problemáticas a las que se enfrentan los sitios Ramsar, son los siguientes:

- La presencia de incendios
- La inexistencia de un Programa de Manejo que contenga elementos de protección, vigilancia, restauración, aprovechamiento sustentable y administración del recurso.
- Aun cuando la calidad del agua del sistema lagunar se encuentra dentro de las normas de calidad, no existe una continuidad en los monitoreos y estudios sobre la calidad del agua de la laguna.
- Aumento en la superficie de la mancha urbana.
- Aumento en las actividades de turismo en la zona

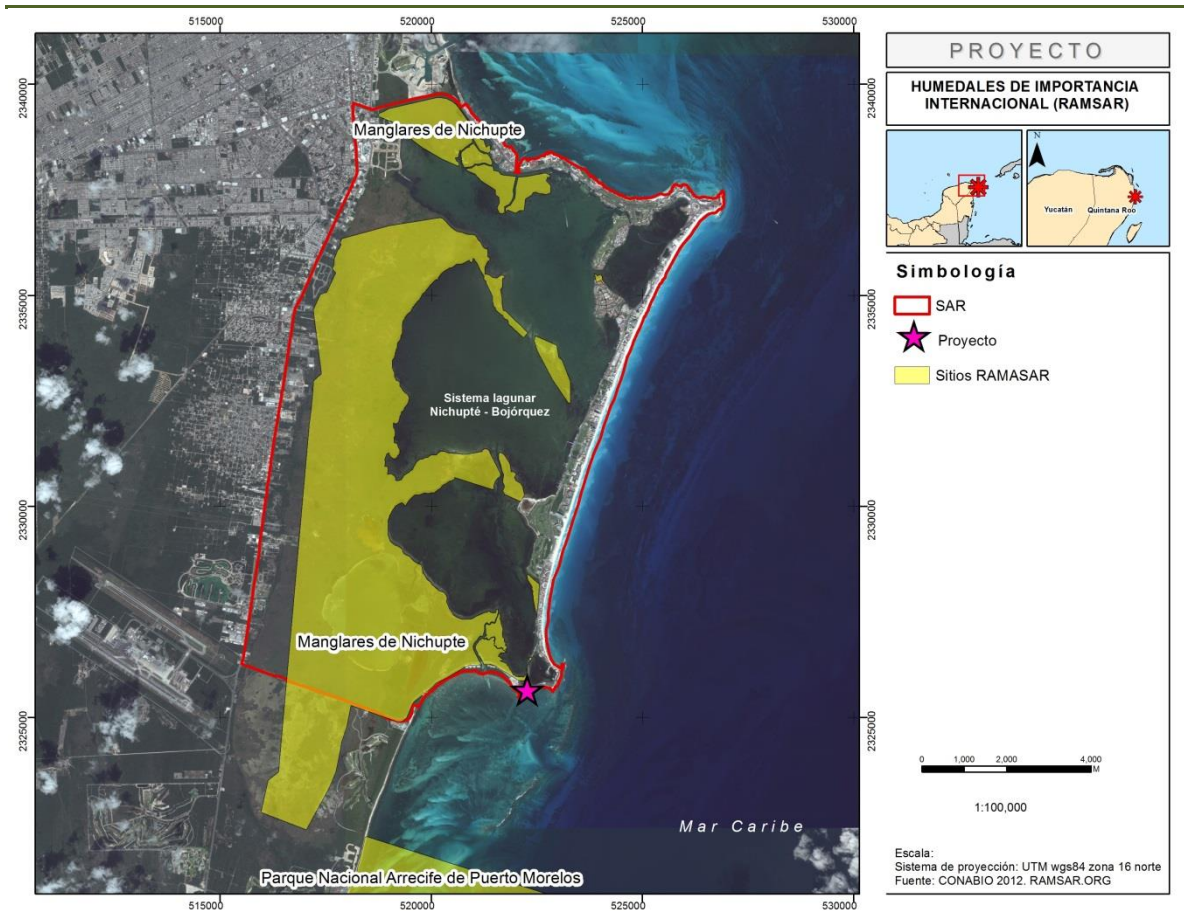


Figura IV. 9. Sitios RAMSAR a nivel SAR – AE.

El proyecto se localiza a una distancia de 175.5 m del Sitio Ramsar (ver cap3tulo III), por lo que el proyecto no tendr3 ninguna injerencia con 3ste, y no pretende afectar los componentes descritos de este sitio. Por el contrario, cabe se3alar que el 3rea del proyecto se encuentra en una zona tur3stica de bajo impacto.

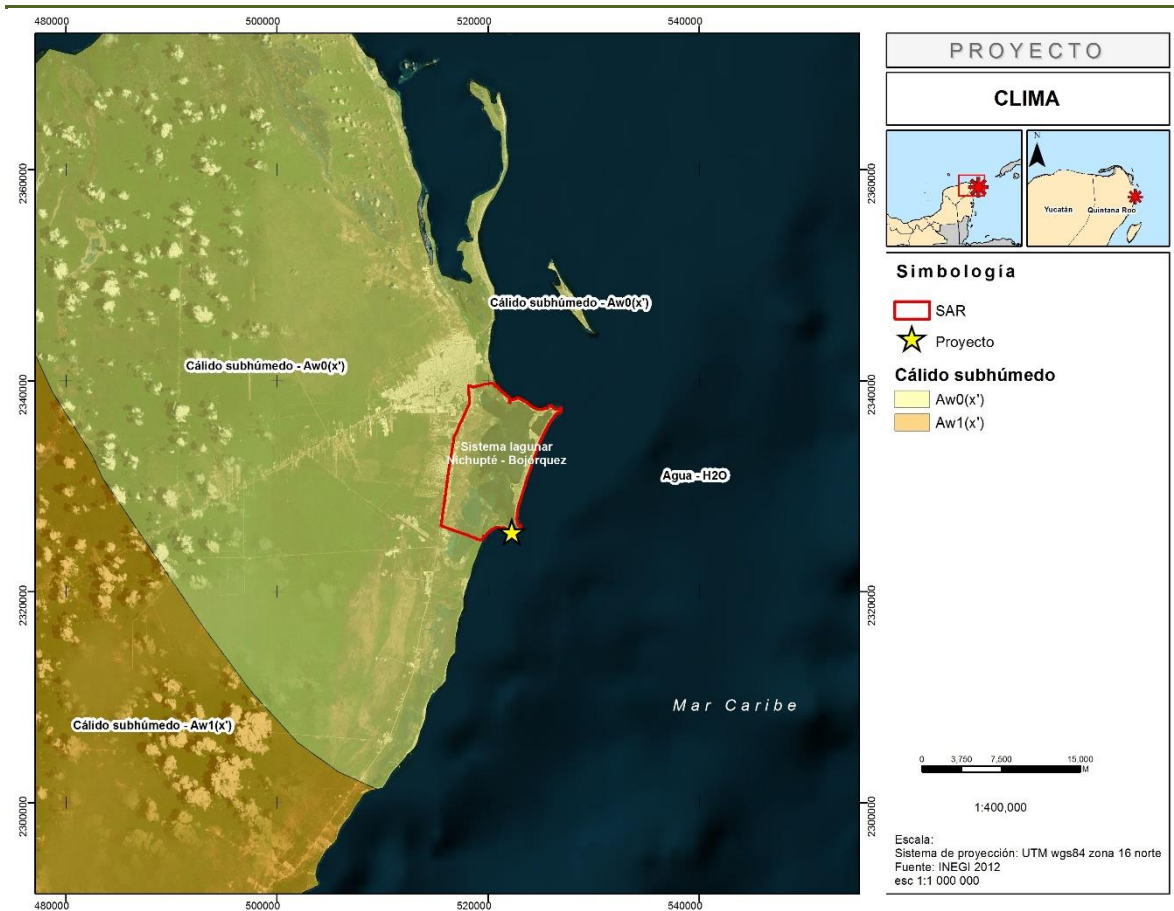
## **IV.1. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y ÁREA DE ESTUDIO**

### **IV.2. CLIMA**

En el SAR y AE predominan los climas c3ldos: c3ldo h3medo y c3ldo subh3medo, predominando 3ste 3ltimo sobre el primero (INEGI, 2005; Pozo, 2011). Para determinar las condiciones clim3ticas dentro del SAR-AE y el pol3gono del proyecto, se utiliz3 informaci3n de la estaci3n meteorol3gica autom3tica 23155 Canc3n, ubicada en el municipio de Benito Ju3rez, estado de Quintana Roo, localizada en las coordenadas 21° 09'24" latitud N y 86° 49'13" longitud W.

La clasificaci3n utilizada fue la propuesta por K3ppen y modificada por Enriqueta Garc3a (1973). El clima corresponde al subtipo Aw0(x`) c3ldo subh3medo con temperatura media anual mayor de 22° C y temperatura del mes m3s frio mayor de 18° C, la precipitaci3n del mes m3s seco es menor de 60 mm; con lluvias en verano con un 3ndice P/T de menos de 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual, tanto para el SAR-AE y el pol3gono del proyecto.


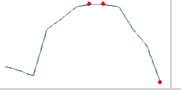







**Figura IV. 10.** Tipos de climas presentes a nivel SAR-AE y el pol3gono del proyecto.

Las variables que comprenden la normal climatol3gica se resumen en la siguiente tabla, la cual fue elaborada a partir de los datos obtenidos por la estaci3n climatol3gica autom3tica 23155 Canc3n; ubicada en el municipio de Benito Ju3rez, durante un periodo de 49 a3os (1951-2010).

**Tabla IV. 1.** Norma climatol3gica para el SAR-AE y pol3gono del proyecto. **TMM**= Temperatura M3xima Mensual; **TmM**= Temperatura m3nima Mensual; **PMM**= Precipitaci3n M3xima Mensual; **EVA**= Evaporaci3n; **TE**= Tormenta El3ctrica. **Fuente:** Servicio Meteorol3gico Nacional.

| Variable  | TMM   | TmM   | PMM  | EVA   | TE  |
|---|---|---|--|---|---|
| Unidad de medida                                      | (°C)  | (°C)  | (mm)   | (mm)  | (D3a9)  |
| Enero   | 30  | 17,6  | 409,6  | 78,7  | 0,2   |
| Febrero   | 32,8  | 17,2  | 172,8  | 97,2  | 0,2   |
| Marzo   | 34,1  | 16,7  | 110,8  | 142,5   | 0,1   |
| Abril   | 34,5  | 21,2  | 292,4  | 155,1   | 0,1   |
| Mayo  | 36,9  | 22,2  | 209,5  | 161,7   | 0,2   |
| Junio   | 36,1  | 23,3  | 368,6  | 144,9   | 0,3   |
| Julio   | 37  | 23,6  | 245,4  | 157,3   | 0,3   |
| Agosto  | 37,6  | 23,6  | 186,7  | 153,4   | 0,2   |
| Septiembre  | 36,5  | 23,3  | 540,4  | 123,3   | 0,2   |
| Octubre   | 34,3  | 21,2  | 1188,8   | 109,7   | 3   |
| Noviembre   | 32  | 19,6  | 357,8  | 85,3  | 0,3   |
| Diciembre   | 30,9  | 16,1  | 275,1  | 70  | 0,1   |
| Gr3ficos clim3ticos con los valores m3s altos y bajos |  |  |  |  |  |
| PROMEDIO  | 34,39   | 20,46   | 363,15   | 123,25  | 0,2   |

Los datos indican un clima c3ldo con valores por encima de los 30° C, cuyos valores m3ximos oscilan de mayo a septiembre; mientras que las mayores precipitaciones est3n presentes en los meses de junio a octubre, en verano y otoño, siendo octubre el mes que registra el m3ximo de d3as con lluvia, entre los meses de diciembre y abril se presentan la menor cantidad de d3as con lluvia, no obstante los niveles de precipitaci3n hace que el invierno sea h3medo.

Las intensas lluvias de junio a octubre, por la columna de agua que se precipita, pueden extenderse a noviembre con pocos d3as lluviosos. Los vientos dominantes son los alisios que se presentan casi todo el año con direcci3n del este al oeste o suroeste. En el invierno se presentan vientos del norte con lluvias moderadas y baja temperatura. De septiembre a noviembre es la temporada de ciclones que eventualmente llegan a las costas. Sin embargo, todo el año existe una intensa evaporaci3n que es sostenida por las corrientes de aire h3medo aportadas por el viento que arrastra la humedad desde el Mar Caribe y la insolaci3n promedio anual que mantienen niveles de saturaci3n de humedad por arriba

del 60% todo el a3o. Estas condiciones climatol3gicas impiden la formaci3n de granizo (el cual reporta una constante de 0 d3as/a3o) y tormentas el3ctricas, los cuales a lo largo de la normal climatol3gica, mantienen un promedio de 0.2 d3as/a3o. Esta uniformidad climatol3gica concuerda con el hecho de ubicarse en un solo subtipo clim3tico.

De acuerdo con el resultado de los gr3ficos obtenidos, podemos observar que las variables clim3ticas analizadas tienen una tendencia a aumentar y alcanzar los puntos m3s altos de abril a octubre. Por lo que se pueden concluir que el SAR-AE y el pol3gono del proyecto se sit3an en un 3rea con un clima que tiende a cambiar en la mayor3a del a3o principalmente con un aumento de los factores clim3ticos durante siete meses en promedio.

### **IV.3. METEOROLOG3A**

#### **IV.4.1. Vientos**

En la regi3n los vientos son muy variables en intensidad en el transcurso del a3o, de acuerdo a registros de la estaci3n meteorol3gica del aeropuerto de Canc3n. Los valores m3ximos observados principalmente en la 3poca de invierno corresponden al paso de frentes fr3os. Los m3ximos observados en verano corresponden al paso de ondas tropicales, tormentas y eventualmente la influencia o incidencia de huracanes. La velocidad del viento alcanza valores m3ximos entre 25 y 30 km/h en los meses de invierno. En los meses de verano los m3ximos var3an entre 15 y 20 km/h (figura 4.11).

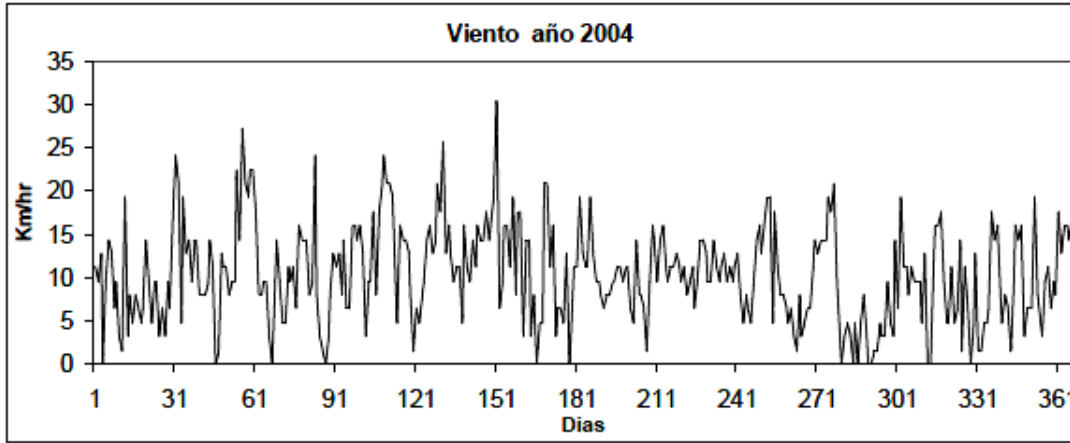


Figura IV. 11. Intensidad del viento en km/h en la zona de Canc3n, Quintana Roo durante un a3o. (Imagen tomada de Carbajal, 2006).

Los vientos provienen con mayor frecuencia de la direcci3n este y noreste, lo que es un reflejo de la influencia de los vientos alisios. Aunque en menor frecuencia la presencia de vientos provenientes del suroeste indica que la presencia de las brisas tienen importancia en esta regi3n (figura 4.12) (Carbajal, 2006).

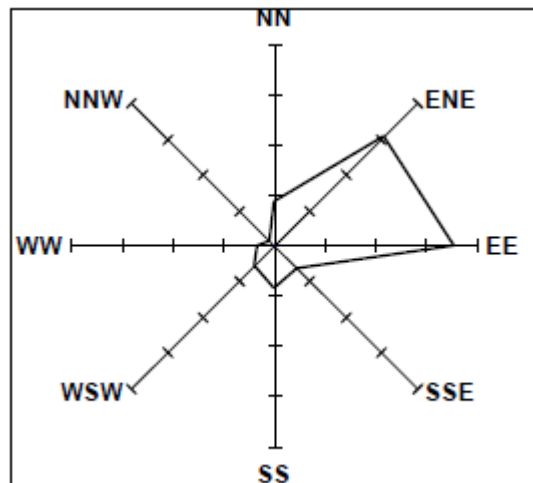


Figura IV. 12. Rosa de vientos en Canc3n, Quintana Roo. (Imagen tomada de Carbajal, 2007).

---

## IV.4.2. Riesgos hidrometeorol3gicos

De acuerdo al CENAPRED el riesgo de un desastre est3 dado en funci3n de tres componentes 1) Peligro, que es la probabilidad de ocurrencia de un fen3meno potencialmente da1ino en un lapso de tiempo dado. El potencial del peligro se mide por su intensidad y por su periodo de retorno [0 a 1]. 2) Exposici3n, Cantidad de personas, bienes, valores, infraestructura, y sistemas que son susceptibles a ser da1ados o perdidos [\$ o vidas], 3) Vulnerabilidad; Susceptibilidad o propensi3n de los sistemas expuestos a ser afectados [0 a 1] (Quass, 2010). En los siguientes apartados se describe el riesgo al que est3 expuesto el SAR-AE y pol3gono del proyecto ante diferentes fen3menos naturales.

### Inundaciones

Con la finalidad de estimar el riesgo de inundaci3n en la zona del proyecto se utilizaron los datos del SRTM (Shuttle Radar TopographyMission) de la NASA; los datos obtenidos ofrecen una idea del panorama regional del relieve y permiten definir cuencas de tipo regional; es decir, el 3rea regional que est3 involucrada con el escurrimiento del predio; se debe recalcar que es importante considerar este esquema regional; ya que el predio del proyecto podr3a tener influencia de entradas de agua de cuencas circunvecinas; as3 como formar parte de un sistema de escurrimiento regional; es decir, el agua que puede escurrir o acumularse en el predio no solo es producto del 3rea del pol3gono del terreno, sino que puede provenir de las zonas altas aguas arriba y al final aportaran un volumen de agua hacia el predio.

A partir del procesamiento de datos y de im3genes de sat3lite, fue posible inferir 3 cuencas 3 regionales relacionadas con el escurrimiento del predio. Se ha considerado que debe existir inundaci3n hasta los 0.40 msnm; por lo que se esperan zonas que est3n siempre inundadas y representa la zona de la laguna (ver la siguiente figura).



| CUENCA | A (KM <sup>2</sup> ) | PEND (%) | LONG (KM) | TIEMPO CONCENTRACION MIN |       |          | HRS    |
|--------|----------------------|----------|-----------|--------------------------|-------|----------|--------|
|        |                      |          |           | KIRPICH                  | TEMEZ | PROMEDIO |        |
| 1      | 12.71896             | 0.872    | 3.1006    | 60.60                    | 43.66 | 52.13    | 0.8688 |
| 2      | 0.86352              | 1.584    | 0.4435    | 10.77                    | 8.89  | 9.83     | 0.1639 |
| 3      | 1.47509              | 1.662    | 0.9795    | 19.46                    | 16.09 | 17.77    | 0.2962 |
| SUMA   | 15.058               | 4.118    | 4.524     |                          |       |          | 1.329  |

**Figura IV. 13.** Cuencas regionales.

Se observa que el predio de estudio se encuentra en una zona alta; coincidente con el parteaguas regional de las 3 cuencas regionales identificadas.

El an3lisis superficial y la definici3n de cuencas sugiere que cada cuenca regional es una cuenca cerrada con Parteaguas que van de 10 msnm. El comportamiento de cuencas cerradas sugiere que no se forman escurrimientos como r3os arroyos, pero si zonas de inundaci3n o encharcamientos; estos ubicados en la laguna.

Con la finalidad de generar escenarios de inundaci3n bajo diferentes eventos meteorol3gicos, se retom3 el estudio geohidrol3gico Playa Senator Puerto Morelos realizado por CAPAGHC en 2013 en donde se realizaron pruebas hidr3ulicas de infiltraci3n

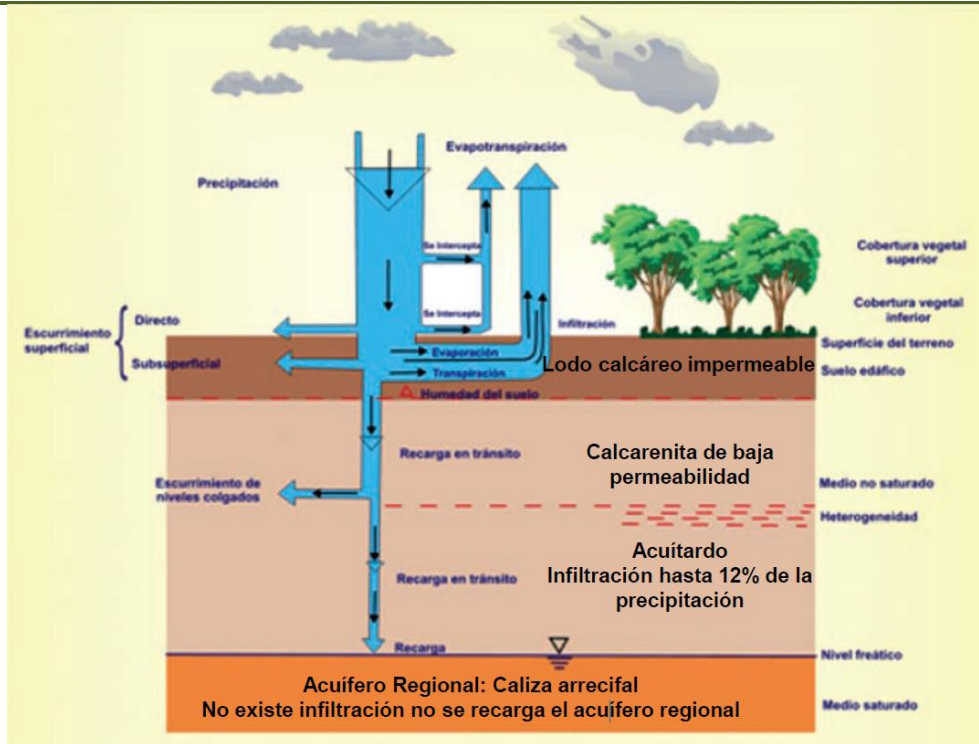
en la zona de manglar al estrato de limos y lodos calc3reos que son la base o capa que conforma la zona inundada.

Otro de los factores que se consider3 para determinar las zonas sujetas de inundaci3n es la capacidad de campo, entendida esta 3ltima como *el contenido de humedad que queda retenido en el suelo contra las fuerzas de gravedad. El agua que infiltra el suelo ocupa todos o parte de los poros del terreno y, si supera la capacidad de campo, tiende a descender vertical y lentamente. El agua que se queda en la capacidad de campo est3 disponible para ser transpirada por las plantas en la zona de ra3ces, o para ser evaporada por la energ3a solar sobre la superficie del terreno.*"

Dicho lo anterior significa que del 8.5 al 12% de infiltraci3n posible un porcentaje quedara atrapado en la zona capilar y puede ser evapotranspirado. Para ello se muestra un diagrama del balance de aguas considerado para una cuenca cerrada; del volumen infiltrado se pueden tener p3rdidas por efecto de evapotranspiraci3n; as3 como escurrimientos sub superficiales.

Es posible que del porcentaje de infiltraci3n calculado, menos del 10% del volumen de infiltraci3n generen una posible recarga al ac3ifero regional, ya que la calcarenita tiene un espesor de hasta 15 m y conforma un acuitardo colgado que confina el ac3ifero regional localizado en los estratos de calizas arrecifales.





**Figura IV. 14.** Proceso de infiltraci3n en el predio del proyecto. Modificado de Custodia-Jimena, 1998.

Al observar la figura anterior se infiere que debido a la baja permeabilidad del lodo calcáreo que conforma el suelo superficial y la baja permeabilidad de la calcarenita que forma la zona capilar se tiene un sistema superficial que acumula hasta un 80 % del agua precipitada en la superficie, un 8.5 % se infiltra hacia la zona capilar de calcarenitas que acumula el agua en forma de un acuitardo colgado sin conexi3n alguna al acuífero regional. Aunado a que se puede evapotranspirar hasta un 18 % diario por lo que se ha considerado razonable un coeficiente de escurrimiento del 0.70 que indica que el 70% (8.5 % de infiltraci3n, 18% de evapotranspiraci3n y hasta 3.5 % en p3rdidas asociadas a la rugosidad del terreno) de la precipitaci3n puede convertirse en escurrimiento.

Dicho lo anterior, se asume que el funcionamiento del acuífero regional no presenta una comunicaci3n directa o intercambio de agua con el acuífero local o colgado de calcarenita.



Con respecto, al ANP Manglares de Nichupt3 no se alimenta de los aportes del ac3ifero regional. Los aportes de agua salada al humedal provienen de las corrientes marinas estacionales principalmente por efecto de marea, y en menor medida por los vientos, dichas corrientes ingresan principalmente de la boca Canc3n al norte del humedal.

Finalmente, otro indicador que permite conocer los posibles niveles de inundaci3n son las lluvias de dise3o o representativas.

Se han obtenido tres lluvias representativas para an3lisis: una lluvia com3n con una intensidad m3xima de 53 mm/hr; con una precipitaci3n acumulada de 38 mm y una duraci3n no mayor a dos horas, misma que se presentara cada a3o. Una lluvia extraordinaria con una intensidad m3xima de 136 mm/hr, un acumulado de 72 mm y una duraci3n de una hora (tiempo de retorno de 5 a3os. Un Hurac3n Wilma con un acumulado de 800 mm en 63 horas con lluvia intensa de intensidad m3xima de 78 mm/hr.

Los resultados de las simulaciones muestran que la laguna es poco responsiva a las entradas de agua por lluvia (las precipitaciones comunes y extraordinarias no hacen que var3e de manera importante el nivel de agua en la laguna), ya que el sistema es muy grande que para que el nivel aumente necesitar3a de entradas de agua muy grandes; por otro lado, se tiene la conexi3n con el mar y otras lagunas, mismas que aten3an el comportamiento de la acumulaci3n de agua por precipitaciones. Se debe resaltar que en este sistema es m3s importante revisar la altura de agua que tendr3an las lagunas por una marea de tormenta (Storm Surge, estas no la consideran los escenarios de inundaci3n), que podr3an alcanzar elevaciones que puedan cubrir el afloramiento rocoso y generar inundaciones m3s graves que por el hecho de que exista aportes de agua y acumulaci3n durante las precipitaciones.

Al respecto se muestran solamente los resultados de una precipitaci3n de un hurac3n la cual muestra un incremento en el nivel de la laguna de hasta 1 m; sin embargo, se observa que el predio de estudio no tiene influencia regional, ni se encuentra en un punto de

concentraci3n, ni tampoco conforma una descarga regional de agua superficial; por el contrario se encuentra en el parteaguas regional del sistema de lagunas y por lo tanto, no tiene influencia regional ni problemas de drenaje superficial, de igual forma, se reitera que la cuenca regional no aporta ni descarga agua en el predio de estudio.

Se analiza a detalle el predio del proyecto; utilizando como base un levantamiento topogr3fico de la zona de estudio. Se observa que las elevaciones van de 0.4 a 7.00 msnm; y que de manera particular se tienen dos zonas bajas al centro y al NE del predio (dolinas y depresiones carsticas) se ha considerado que el terreno de estudio s3lo capta el agua de los alrededores del predio y que no es un punto de concentraci3n de escurrimiento regional.

El modelo conceptual de la cuenca local del predio del proyecto muestra unas caracteristicas similares a las observadas en la cuenca regional; sin embargo, la diferencia son las salidas; dado que la cuenca local no tiene conexi3n con el mar; sino que su 3nica salida es la evapotranspiraci3n y el bajo coeficiente de infiltraci3n de una cuenca de inundaci3n. Para poder estimar esta tasa natural de descarga de la cuenca local se ha utilizado un registro de nivel realizado en la zona de inundaci3n de Playa Senator en la que se tiene que la tasa de descarga del humedal es de 9 mm/ d3a.

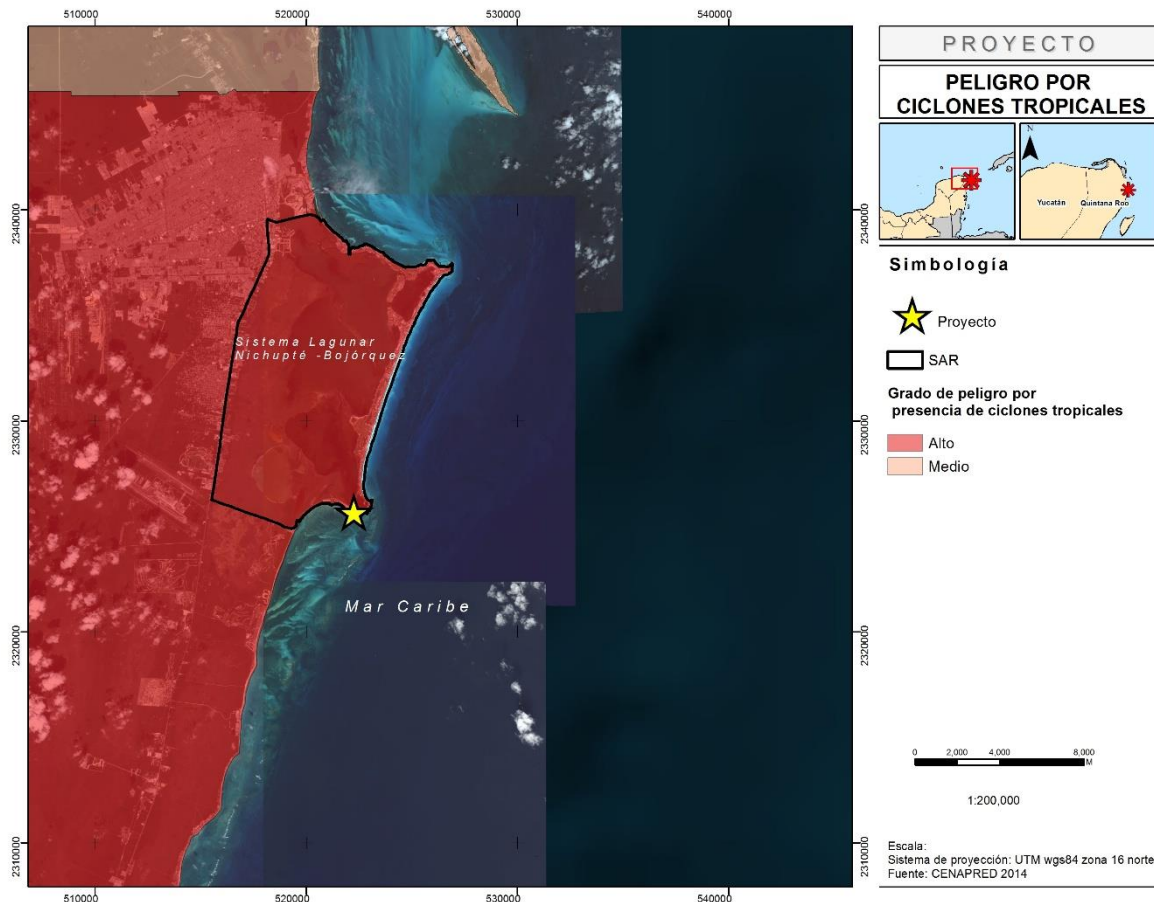
El modelo conceptual de la cuenca local del predio del proyecto es una cuenca endorr3ica que tiene como parteaguas naturales el afloramiento rocoso y parteaguas artificiales el camino de acceso a Club MED Canc3n, mismo que es una barrera que funge como parteaguas con elevaciones de hasta 4 msnm. El coeficiente de escurrimiento de la zona es 0.70 y se tienen como entradas el agua de precipitaci3n. No existen salidas al mar ni tampoco aportes; sin embargo, la salida es la tasa natural de descarga de una cuenca de inundaci3n medida en 9 mm/d3a.

Los resultados del modelo indican que el predio puede presentar inundaciones importantes hasta 2.44 msnm; misma que sugiere una altura de protecci3n para la

infraestructura proyectada en el predio; sin embargo, se debe mencionar que este an3lisis de inundaci3n responde al relieve natural del predio sin proyecto.

### Ciclones tropicales

La zona donde se ubica el SAR-AE y pol3gono del proyecto, se encuentra en una de las regiones m3s susceptibles a los efectos de eventos meteorol3gicos de tipo cicl3nico que se generan en las zonas matrices del Caribe Oriental y del Atl3ntico (ver la siguiente figura).



**Figura IV. 15.** Riesgo por presencia de ciclones tropicales. Elaboraci3n propia a partir del Atlas Nacional de Riesgos.

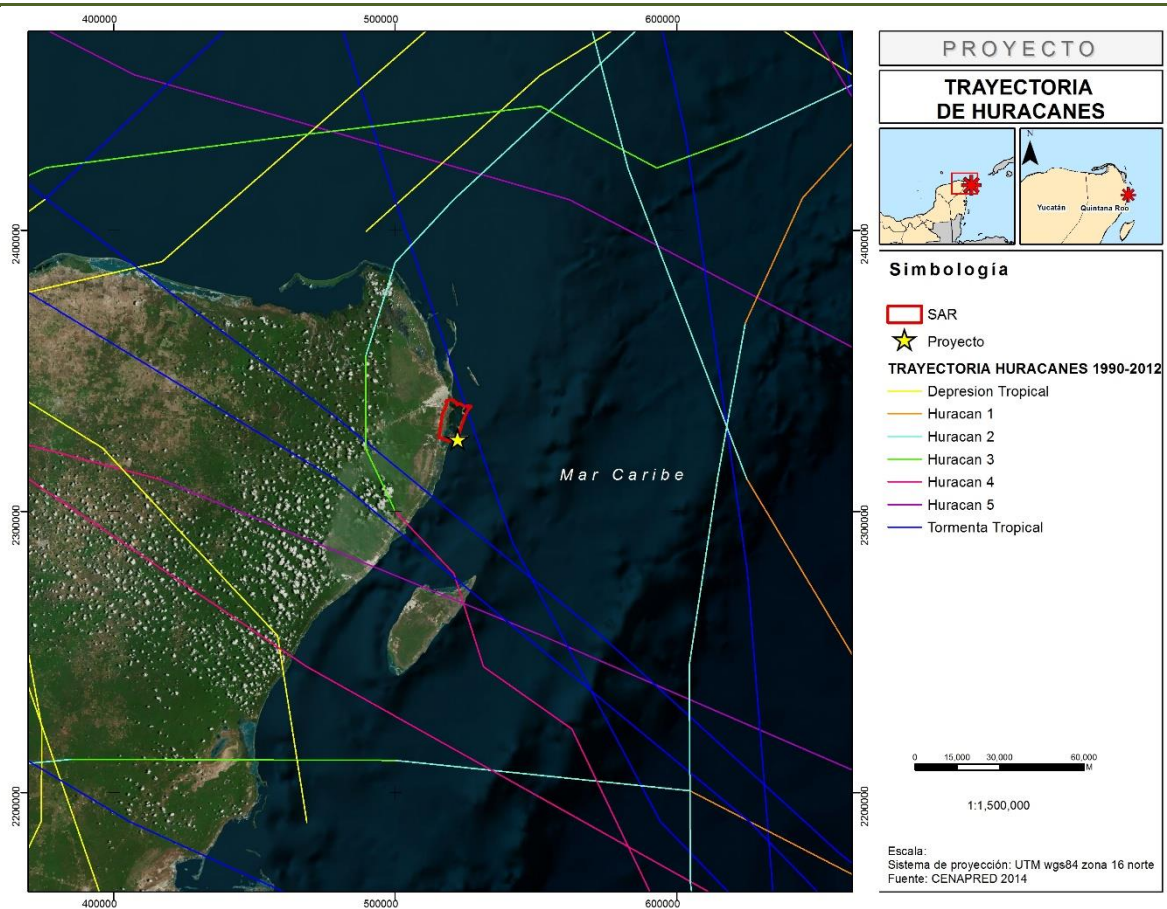
El intemperismo presente puede llegar a presentar vientos superiores a los 300 km/h y alcanzar la categor3a 5 en la escala Saffir-Simpson, el intemperismo de menor intensidad

en la regi3n se restringen a los denominados "nortes" que normalmente se presentan desde el mes de noviembre hasta el mes de febrero. Si bien llegan a alcanzar en la zona velocidades de hasta 40 km/h y disminuci3n de la temperatura hasta 10° C, su efecto en los ambientes naturales es reducido y no generan alteraciones importantes en el entorno (CONANP, 2008).



**Figura IV. 16.** Im3gen de radar del Hurac3n Wilma en el sitio de impacto de la península de Yucat3n (tomado de smn.cna.gob.mx).

En la siguiente figura se pueden ver los ciclones tropicales que han tenido una trayectoria cercana al SAR-AE y el polígono del proyecto en un radio de 50 km; estos datos hist3ricos muestran los fen3menos desde 1881 hasta 2015, tomados del Atlas Nacional de Riesgos, la mayoría de ellos corresponden a depresiones o tormentas tropicales de bajo impacto, sin embargo, se muestran tambi3n huracanes de hasta categoría 5 en escala Saffir-Simpson.



**Figura IV. 17.** Ciclones tropicales con trayectoria cercana al SAR-AE y pol3gono del proyecto en un radio de 50 km. Elaboraci3n propia a partir del Atlas Nacional de Riesgos.

Podemos concluir que este fen3meno es el que m3s influencia tiene sobre el SAR-AE y pol3gono del proyecto, por lo que la conservaci3n de barreras naturales son de suma importancia para la protecci3n de ecosistemas contra este fen3meno meteorol3gico. En suma a lo anterior, es necesario considerar los escenarios por efecto de cambio clim3tico (esto se describe m3s adelante dentro del apartado de evoluci3n de la l3nea de costa considerando el efecto de cambio clim3tico).

---

## IV.4. GEOLOGÍA

### IV.5.1. Geología Regional

La zona de análisis se ubica dentro de la provincia fisiográfica Península de Yucatán, subprovincia costa baja que se formó en el cenozoico y su origen es sedimentario calcáreo marino debido a la ausencia de un sistema fluvial continental, que aporte sedimentos de origen terrestre.

En uno de los estudios sedimentológicos más citados de la zona de estudio para la zona de Tulum-Cancún-Isla Mujeres (Aguayo C., Bello M., & Del Vecchio C., 1980), se describe a la zona de estudio como una zona tectónicamente inactiva, afectada por corrientes litorales permanentes, acción del oleaje y las mareas y por el viento dominante del sureste; siendo estos procesos los que controlan la distribución de los diferentes tipos de sedimentos calcáreos en cinco ambientes sedimentarios: 1) Complejo Arrecifal, desarrollado desde el extremo sur de la Isla de barrera de Cancún (donde se encuentra la zona de proyecto) hacia el sur de esta provincia. 2) Playa de alta energía en mar abierto, generando cantidad de oolitas (partículas carbonatadas), depositadas a lo largo de la Isla de barrera de Cancún, 3) Megarrizaduras de fondo, entre el continente e Isla Mujeres, 4) Barras litorales y eolianitas, las cuales conforman las dos Islas: Cancún e Isla Mujeres; 5) Lagunas restringidas formadas durante el Pleistoceno tardío y el Holoceno, por el depósito de tómbolos o espolones en los extremos sur (Punta Nizuc) y norte (Punta Cancún) de la isla de barrera de Cancún.

Los sistemas litorales de la Riviera Maya y Cancún se localizan en una península donde básicamente su composición geológica consiste de carbonatos autigénicos y anhidritas, siendo ésta la principal razón geológica por la cual se relaciona a la península de Yucatán con la Plataforma de Florida (L3pez Ramos, 1973).



De acuerdo con un estudio de comparaci3n morfodin3mica de la costa noroeste de Quintana Roo (Ruiz Martinez, Silva Casar3n, & Posada Venegas, 2013), en la Pen3nsula de Yucat3n se observan rasgos orogr3ficos casi planos por la ausencia de relieves positivos de importancia; esta peculiaridad facilita la libre precipitaci3n de carbonatos, que da lugar a la formaci3n de rocas carbonatadas. Una de las caracter3sticas de la porci3n central y norte de la pen3nsula de Yucat3n es que al no existir r3os superficiales a trav3s de los cuales fluya el agua de las precipitaciones atmosf3ricas o de la condensaci3n, el l3quido se percola hacia el subsuelo, formando mantos fre3ticos; esta agua subterr3nea tiende a disolver las calizas superficiales (fen3meno conocido como karst), originando generalmente cenotes. Otra consecuencia de la falta de drenaje superficial es que no existe aporte de sedimentos terr3genos al mar.

Los sistemas litorales del noreste de la pen3nsula de Yucat3n han evolucionado a trav3s de los diversos periodos y 3pocas geol3gicas; la zona de estudio presenta dos caracter3sticas relevantes: a) el sedimento que se deposita en las playas es una acumulaci3n de calcarenitas (sedimentos calc3reos, en este caso, de origen biocl3stico) y b) las planicies costeras se generaron a partir del incremento del nivel de mar en el Pleistoceno Tard3o.

De forma particular (Ward & Wilson, 1974) en su estudio de aspectos generales de la Pen3nsula de Yucat3n, se3alan que las partes principales de la isla de barrera de Canc3n, corresponde a procesos de acumulaci3n de sedimentos calc3reos biol3gicos del pleistoceno (actualmente se presentan como afloramientos rocosos debido a que los sedimentos de origen calc3reo se compactaron y cementaron), que se formaron durante el descenso del nivel de mar que ocurri3 probablemente en la etapa temprana de la regresi3n wisconiana ( $\pm 30,000$  a3os). Ver la siguiente figura.

Posteriormente durante la transgresi3n del holoceno, se formaron los t3mbolos en ambos extremos de la isla de barrera de Canc3n, al norte y al sur, siendo el t3mbolo del sur (Punta Nizuc), donde se ubica la zona de estudio.

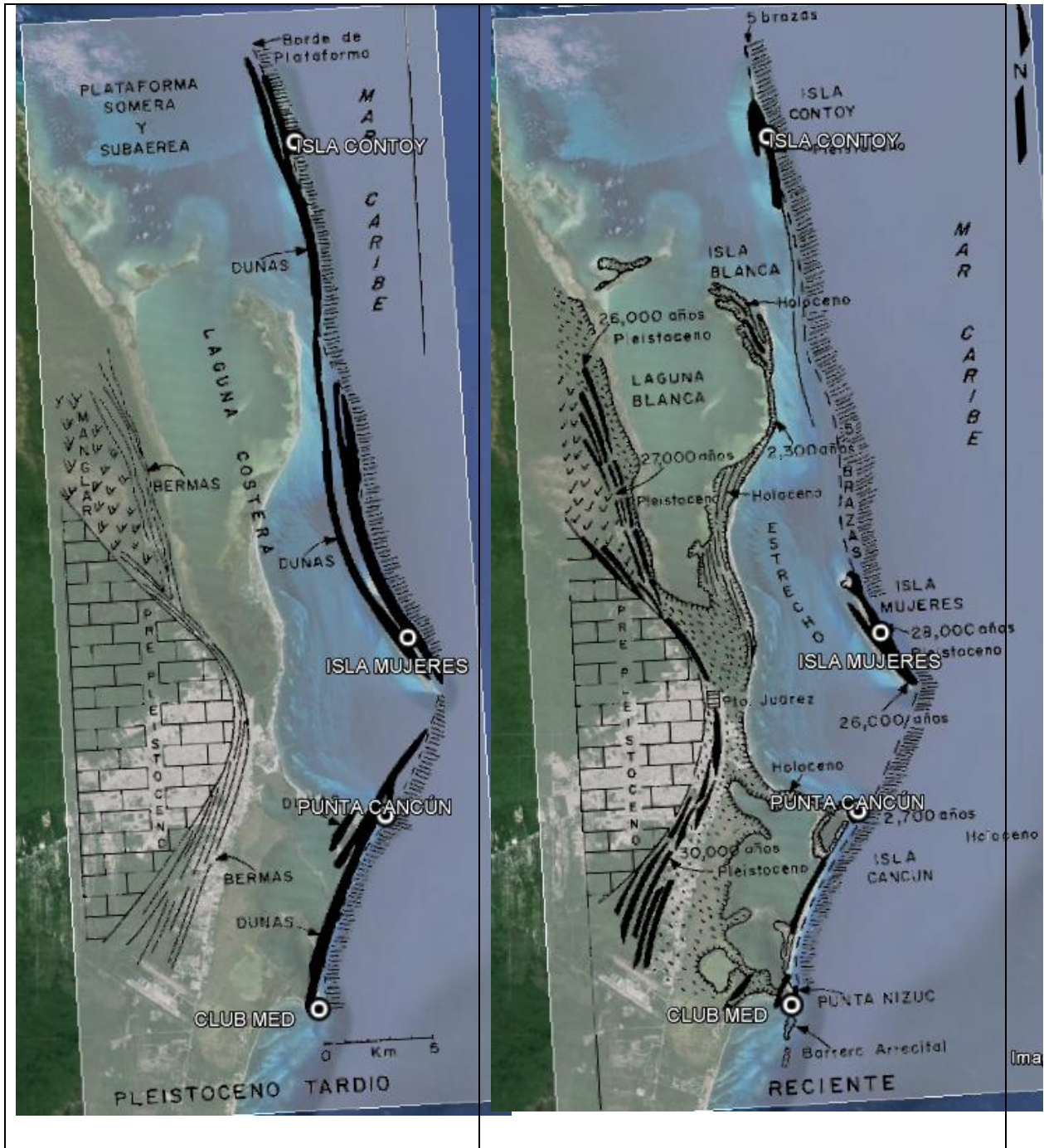


Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B-Regional del proyecto  
**“Hotel Riviera Canc3n”**

---

Con la conformaci3n de los t3mbolos se dio origen a los tres cuerpos lagunares que conforman el sistema Nichupt3-Boj3rquez, El Ingl3s y Nichupt3 (Grupo de Ingenier3a Sagitario, 2002).

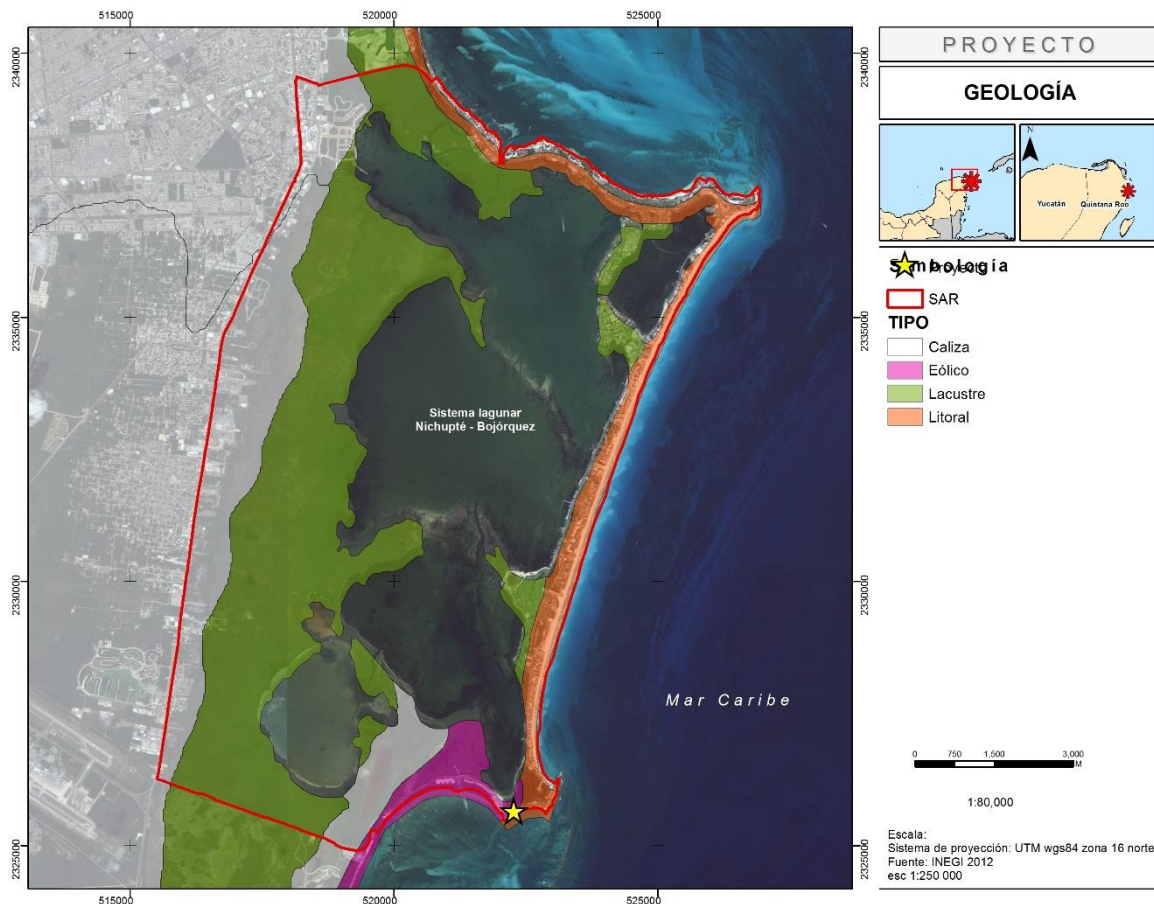




**Figura IV. 18.** Evoluci3n geol3gica de la zona de estudio. Esquema de (Aguayo C., Bello M., & Del Vecchio C., 1980) con im3genes de (Google Earth).

En la actualidad, en la superficie del 3rea que el SAR y 3rea de estudio, se mantienen procesos naturales de acumulaci3n de turba, arcillas calc3reas y sedimentos finos arcillosos provenientes de la actividad biol3gica y azolves propios de sistemas lagunares.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** figura se muestra que con base en la informaci3n de INEGI, dentro del SAR y 3rea de estudio el 3nico tipo de roca son las sedimentarias, estas rocas sedimentarias son del tipo calizas.



**Figura IV. 19.** Tipos de rocas presentes el SAR-AE y el pol3gono del proyecto.

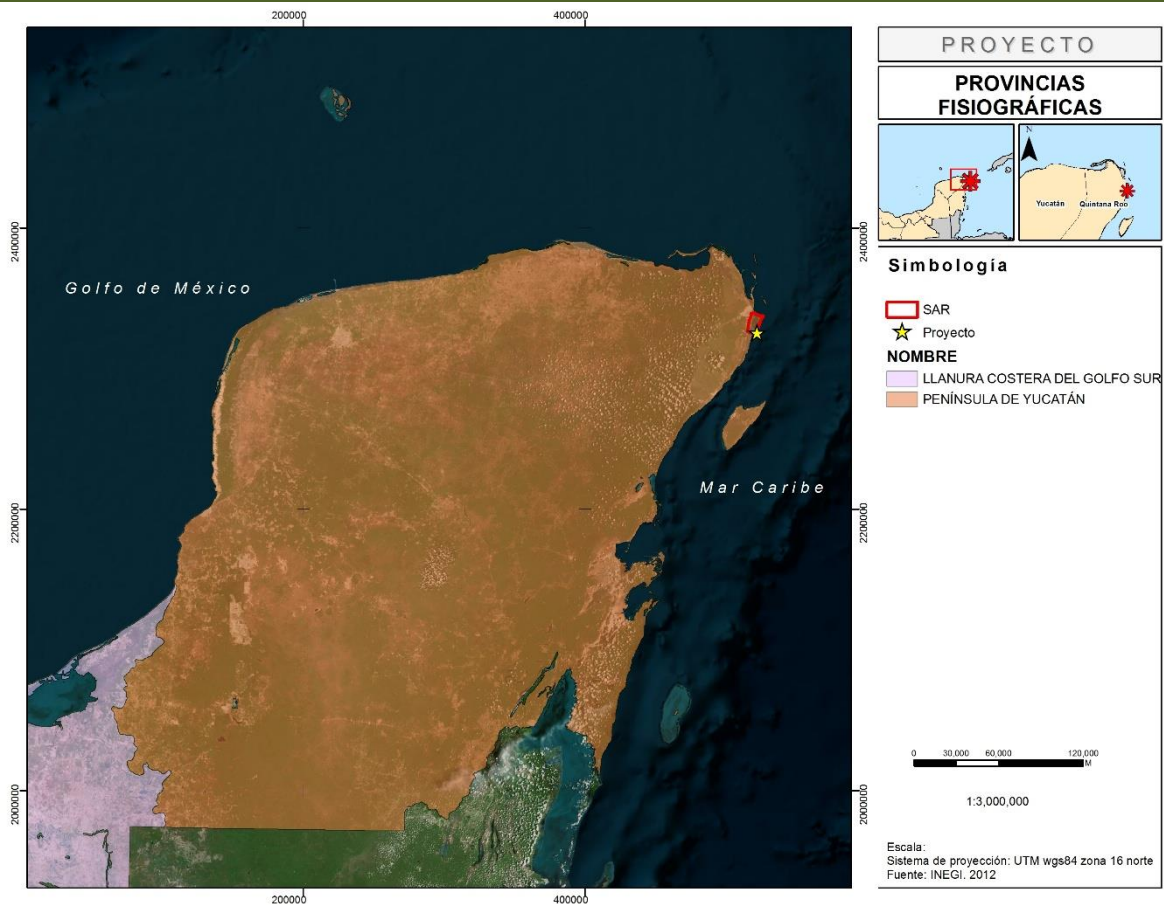
A continuaci3n se describen las caracter3sticas del tipo de roca denominado como Caliza:

Calizas.- Representando alrededor del 10% del volumen total de todas las rocas sedimentarias, la caliza es la roca sedimentaria qu3mica m3s abundante. Est3 compuesta fundamentalmente de calcita ( $\text{CaCO}_3$ ) pudiendo estar acompa1ada de: aragonita, s3lice, dolomita, siderita y con frecuencia la presencia de f3siles, por lo que son de gran importancia estratigr3fica y se forman bien por medios inorg3nicos o bien como resultado de procesos bioqu3micos. Con independencia de su origen, la composici3n mineral de toda la caliza es similar, aunque existen muchos tipos diferentes. Esto es debido a que las calizas se producen bajo diversas condiciones. Las formas que tienen un origen bioqu3mico marino son con mucho las m3s comunes. En los casos en que es considerable o relevante la presencia de cl3sticos se clasifica la caliza y el tama1o de la part3cula en: caliza arcillosa, caliza arenosa y caliza conglomer3tica. La clave empleada en geolog3a para su identificaci3n es Ks(cz) (INEGI, 2005).

#### **IV.5.2. Provincias fisiogr3ficas**

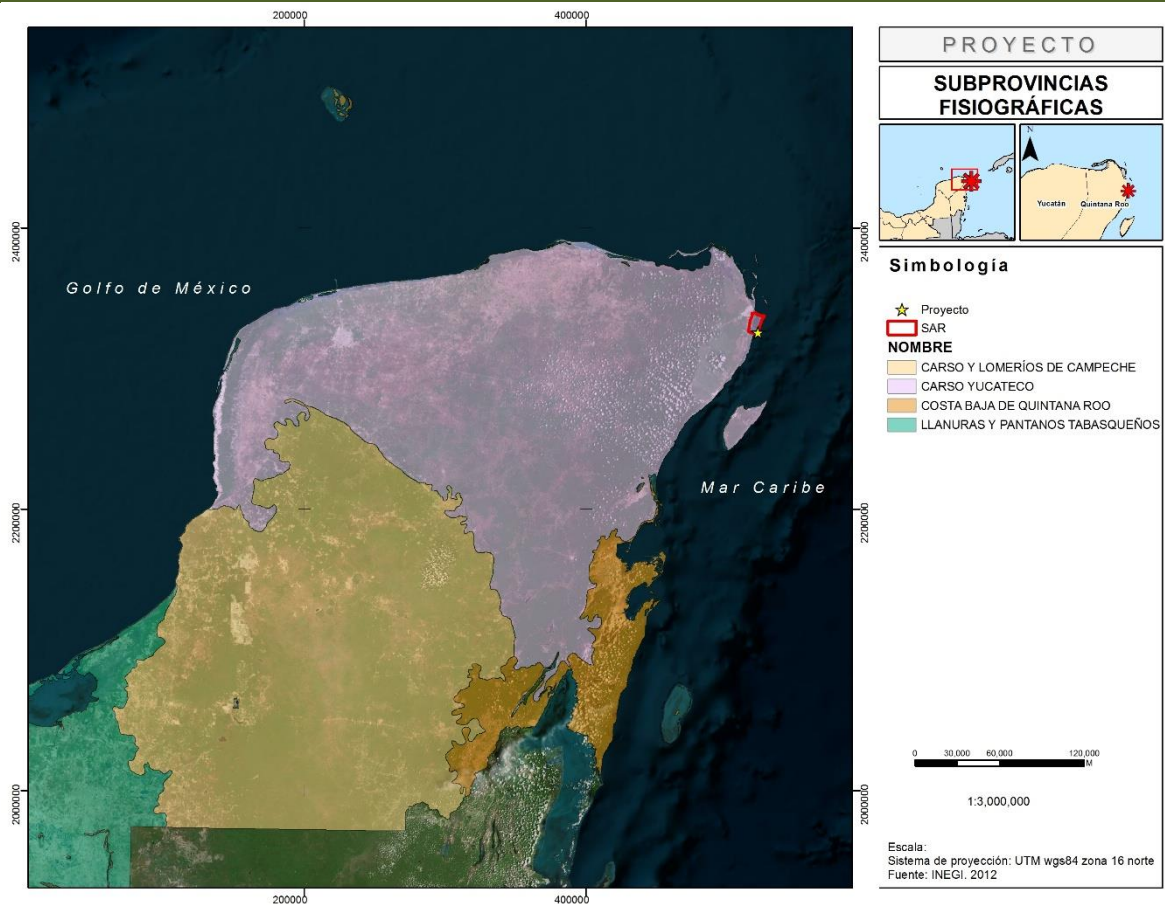
El SAR-AE y el pol3gono del proyecto se encuentra ubicado en la provincia fisiogr3fica llamada Pen3nsula de Yucat3n, la cual consiste en una gran plataforma de rocas calc3reas marinas que ha venido emergiendo desde hace algunos millones de a1os como se observa en la siguiente figura.





**Figura IV. 20.** Provincia fisiogr3fica XI “Península de Yucat3n”.

Esta provincia comprende a su vez tres subprovincias 1) Carso y Lomeríos de Campeche, 2) Carso Yucateco y 3) Costa Baja de Quintana Roo, la segunda es más extensa y abarca el centro y norte de la entidad. El SAR-AE y el polígono del proyecto se encuentran ubicados en la subprovincia fisiogr3fica denominada Carso Yucateco, la cual se extiende por la porción noreste de la entidad (Véase la siguiente figura), geomorfológicamente es una planicie formada por una losa calcárea, con ligera pendiente hacia este y relieve ondulado, en esta región se alternan crestas y depresiones. Se distingue por su topografía cárstica, presenta desde pequeños huecos hasta grandes depresiones, cenote o dolinas, casi en toda su extensión carece de sistema de drenaje superficial (Pozo, *et. al.*, 2011).

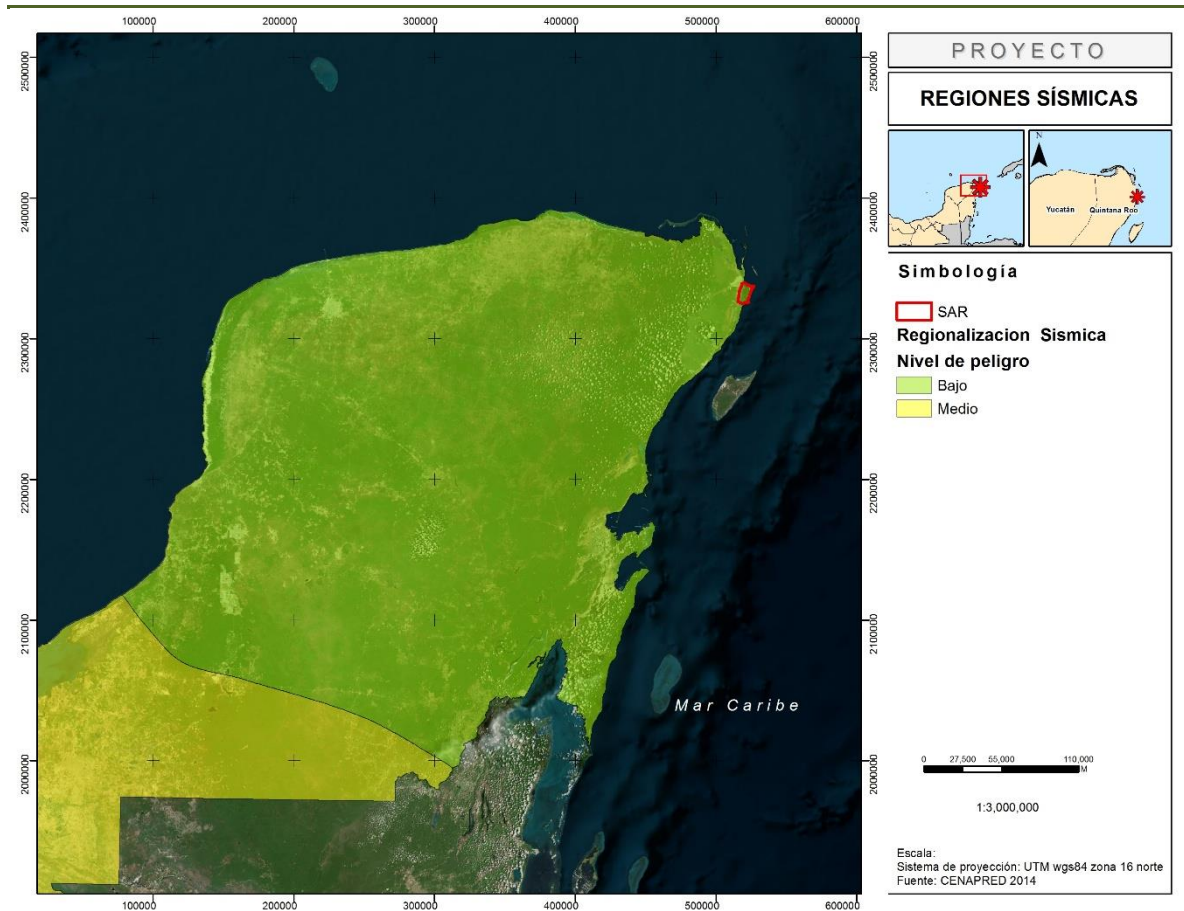


**Figura IV. 21.** Subprovincias fisiogr3ficas en la regi3n y ubicaci3n de la microcuenca hidrol3gico forestal.

### IV.5.3. Riesgos geol3gicos

#### Sismicidad

La actividad s3smica que presenta el SAR y AE se considera de baja magnitud (UNAM, 2015). De acuerdo al Servicio Sismol3gico Nacional (SSN) el SAR-AE y el pol3gono del proyecto, se encuentran ubicados dentro de un 3rea correspondiente a la zona s3smica A; esta zona se caracteriza por no presentar registro hist3rico de sismos, no se han reportado sismos en los 3ltimos 80 a3os y no se presentan aceleraciones del suelo mayores a 10% de la aceleraci3n de la gravedad a causa de temblores como se muestra en la siguiente figura.



**Figura IV. 22.** Zonificación de la República Mexicana en base a su nivel de sismicidad, con énfasis en el SAR-AE y el polígono del proyecto. Elaboración propia a partir del Atlas Nacional de Riesgos.

El catalogo histórico del SSN muestra que la zona donde se encuentra el SAR-AE, se han producido un total de seis sismos en un periodo de tiempo comprendido entre 1998 y 2015 (27 años) los cuales se muestran en la Tabla siguiente; por la cercanía del epicentro con respecto al área del proyecto estos afectaron al área, aunque debido a la magnitud de estos fenómenos el impacto fue poco significativo ya que presentaron una magnitud de 4.2-5.4 ° en escala de Richter; en este intervalo los temblores son apenas perceptibles y sueñen presentar un índice daños muy bajo (SSN, 2015).

**Tabla IV. 2.** Sismos que han tenido impacto en el SAR-AE y el pol3gono del proyecto.

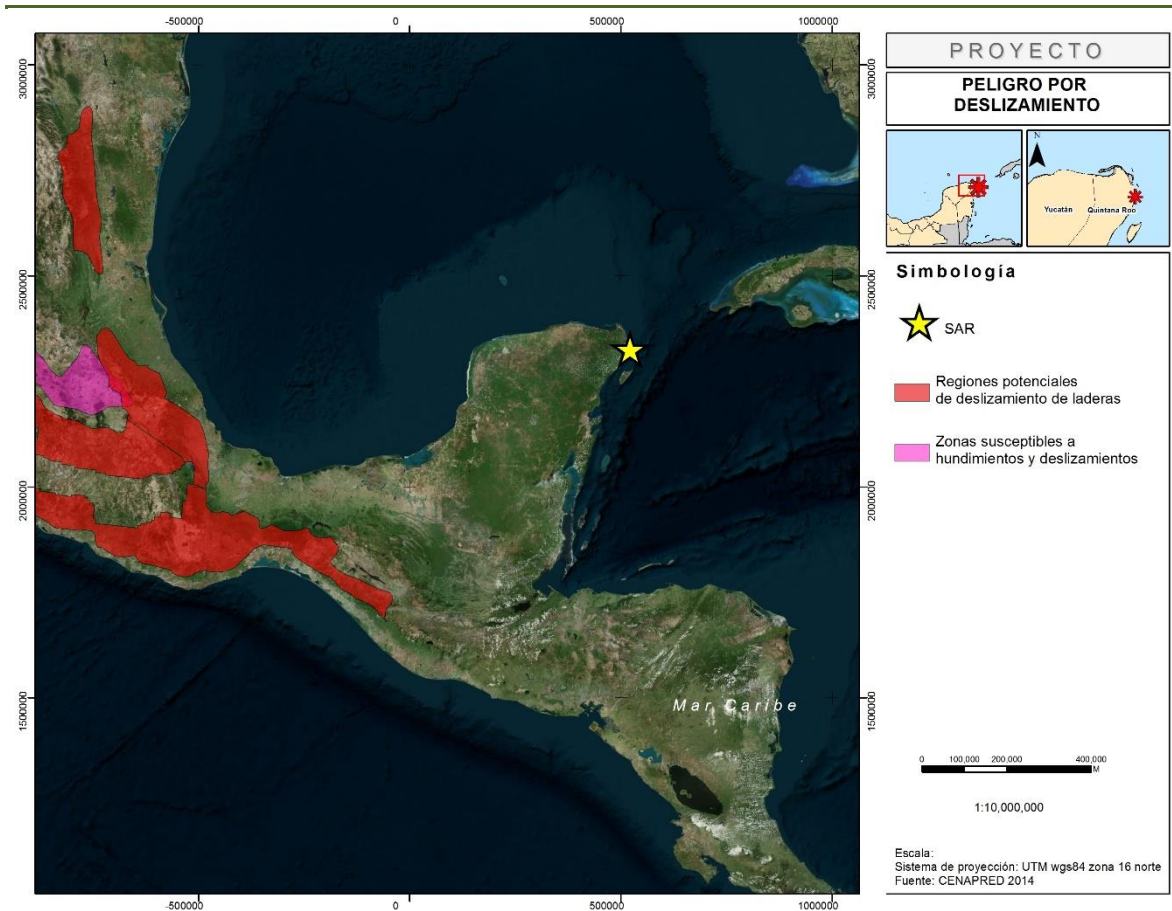
| Fecha | Magnitud | Zona                            |
|-------|----------|---------------------------------|
| 37417 | 4,7      | Quintana Roo                    |
| 40887 | 5        | 258 km al SE de Chetumal        |
| 41040 | 4,4      | 299 km al S de Chetumal         |
| 41374 | 5,4      | 339 km al SE de Chetumal        |
| 41510 | 5        | 405 km al SE de Chetumal        |
| 42015 | 4,2      | 67 km al SO de Playa del Carmen |

De acuerdo con los resultados bibliogr3ficos del SSN, se podr3a considerar el 3rea donde se delimito el SAR-AE y donde se ubica el pol3gono del proyecto, este presenta una aptitud positiva de acuerdo a la naturaleza del proyecto, debido a que se ubica espacialmente en una zona con actividad s3smica muy baja.

### **Deslizamientos**

De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos, no se tienen registros de deslizamientos o derrumbes ocurridos en el SAR-AE y pol3gono del proyecto. La ausencia de elevaciones prominentes y la poca altitud del terreno hacen a esta zona un 3rea libre de riesgos asociados a los deslizamientos, el Atlas Nacional de Riesgos reconoce esta 3rea como de muy baja susceptibilidad.





**Figura IV. 23.** Riesgo por deslizamiento en la Rep3blica Mexicana con 3nfasis en el 3rea del proyecto.

Elaboraci3n propia a partir del Atlas Nacional de Riesgos.

### Fallas y fracturas geol3gicas

De acuerdo a la ubicaci3n espacial de SAR-AE y el pol3gono del proyecto no se registran fallas o fracturas geol3gicas regionales. Actualmente la zona de fallas y fracturas se localiza en el bloque de la Pen3nsula de Yucat3n, limitando al sur con Belice (Bautista & Palacio, 2005).

### Vulcanismo

Tanto el pol3gono del proyecto como el SAR y AE se encuentran en una zona libre de actividad volc3nica; por lo que no presenta riesgo alguno.



#### IV.5.4. Geomorfolog3a

##### a) Caracterizaci3n general del relieve

El SAR-AE y el pol3gono del proyecto presentan un relieve sensiblemente plano, con una leve inclinaci3n no mayor de 0.01% y pendiente de direcci3n oeste a este, hacia el mar Caribe, adem3s con algunas colinas de tama3o peque3o y numerosas hondonadas; la altura media es de 10 msnm.

Los sistemas de topofomas que se presentan en el SAR-AE y el pol3gono del proyecto, son la llanura y la playa o barra (v3ase la siguiente figura); se presenta la definici3n de cada una con respecto al Diccionario de Datos fisiogr3ficos editado por INEGI (2005).

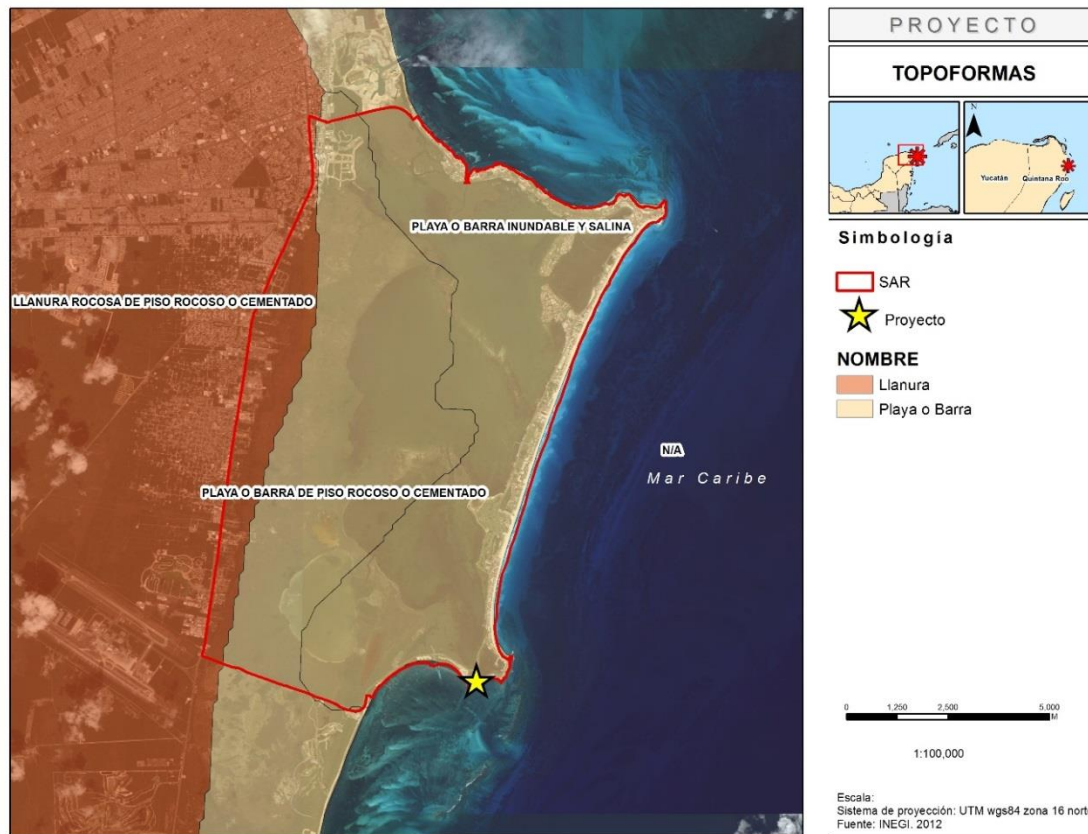
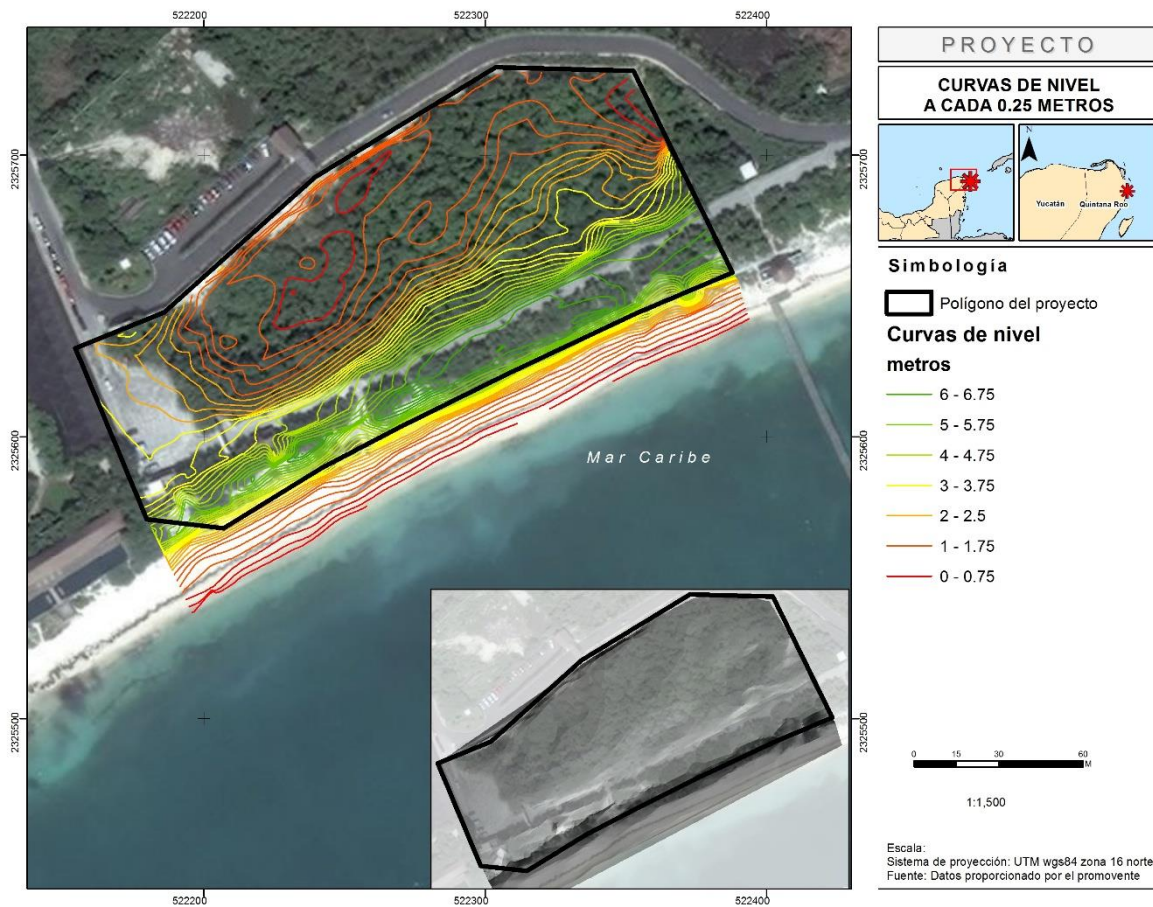


Figura IV. 24. Topofomas presentes en el SAR-AE.

La pendiente donde se encuentra el pol3gono del proyecto tienen un rango de 0 – 1% con un declive hacia el litoral costero, lo que hace a esta zona casi plana e ideal para la construcci3n debido a que no se requieren nivelaciones, sin embargo las actividades agropecuarias se dificultan por la falta de drenaje natural del agua de lluvia.

El 3rea del pol3gono del proyecto presenta una elevaci3n m3xima de 6.75 m y una altitud m3nima de 0.5 m, en la siguiente figura se muestran las cotas de las curvas de nivel cada 0.25 m para la totalidad del predio.



**Figura IV. 25.** Cotas de curvas de nivel cada 0.25 m para el predio del proyecto “Hotel Riviera Canc3n”.

---

## Geomorfolog3a costera

Al analizar la geomorfolog3a de la zona costera en estudio, es importante hacer 3nfasis que para este documento, la zona costera se define como la zona de transici3n, donde la tierra se encuentra con el agua, la regi3n que est3 directamente influenciado por los procesos hidrodin3micos marinos o lacustres. La zona costera se extiende mar adentro al borde de la plataforma continental y en tierra para el primer gran cambio en la topograf3a sobre el alcance de las olas de tormenta principales.

Por su naturaleza propia, la costa es un ambiente complejo y diverso. A lo largo de los a3os han existido varios intentos por comprender como se forman las costas y como afectan las actividades humanas estos procesos, resultando en varios esquemas de clasificaci3n. Las clasificaciones en general se basan en las similitudes de sus caracter3sticas geol3gicas y ambientales.

Las clasificaciones m3s conocidas son las de Johnson (1919), Shepard (1948-1973) y Valentine (1952) y se basan en sus caracter3sticas geol3gicas.

Una de las clasificaciones m3s usadas, que es la de Shepard (1948-1973), permite clasificar a la zona de Canc3n como una Costa Secundaria formada por procesos marinos de depositaci3n biol3gica de arrecifes de coral. Esta clasificaci3n es muy relevante para el entendimiento de los procesos costeros debido a que permite definir con claridad la fuente principal que dio origen a la costa (desintegraci3n de los arrecifes de coral).

Con base en la clasificaci3n de Valentine que analiza de los cambios en la costa en t3rminos de elevaci3n o hundimiento, progradaci3n o retrogradaci3n, la zona de Canc3n es una costa de depositaci3n, aunque las condiciones de p3rdida de sedimento en las playas aparentan un proceso de retrogradaci3n.

La clasificaci3n de Davies (1964) y Hayes (1979) que clasifica la costa con base en el rango de marea, refiere a Canc3n como una costa micromareal, y finalmente relacionando la

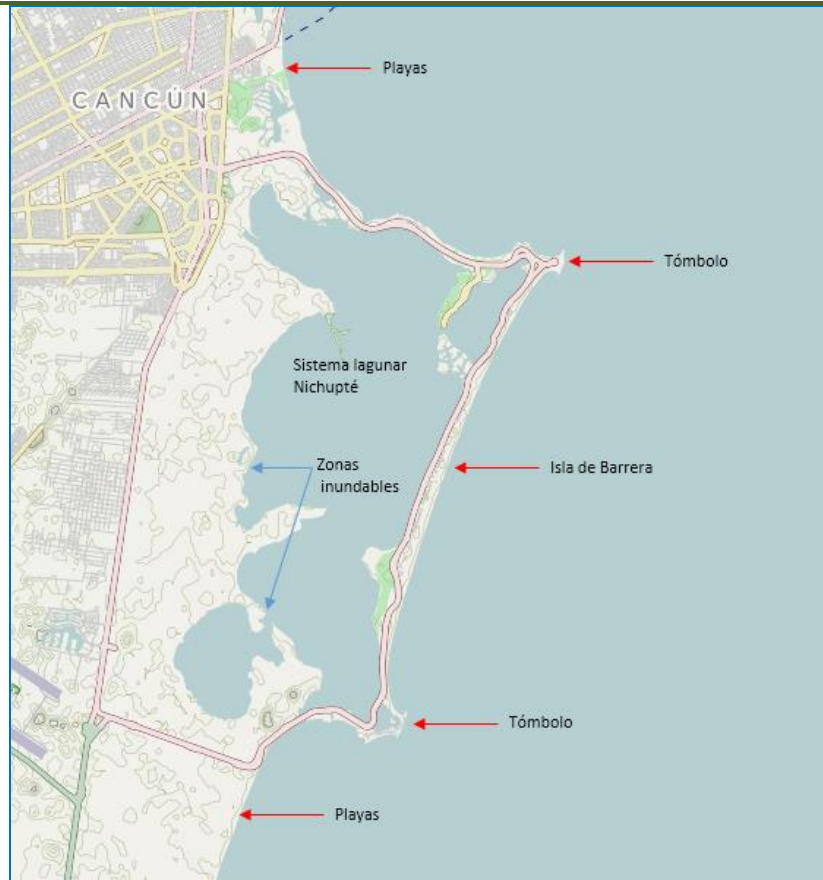
clasificaci3n con base en el rango de marea y adem3s el oleaje; se trata de una costa de oleaje dominante.

En resumen, las costas de Canc3n tienen un origen de depositaci3n biol3gica con sedimento producto de la desintegraci3n de los arrecifes, es una costa de progradaci3n (sedimentaci3n) con energ3a de oleaje dominante. Por sus caracter3sticas, se asocia con ambientes sedimentarios no consolidados.

Las formas litorales que se pueden distinguir en la zona de Canc3n como respuesta a la din3mica costera para una costa cuyo origen es de depositaci3n biol3gica son: una isla de barrera que comprende toda la zona hotelera, la isla est3 delimitada en los extremos por dos t3mbolos, que se conocen como Punta Canc3n y Punta Nizuc, formaci3n de zonas inundables al interior del sistema lagunar Nichupt3 y formaci3n de playas hacia Puerto Ju3rez al norte y Puerto Morelos al sur. En la siguiente figura se ejemplifica algunos de los elementos del relieve antes se3alados.



**Figura IV. 26.** Esquema de rasgos asociados a depositaci3n en ambientes costeros t3picos de costas de sedimento no consolidado.



**Figura IV. 27.** Esquema general de rasgos asociados a deposici3n en la zona de estudio.

De acuerdo con (Aguayo C., Bello M., & Del Vecchio C., 1980), en la isla de barrera de Canc3n se tienen tres tipos principales de ambientes de deposici3n:

- 1) Ambiente de playa
- 2) Ambiente de laguna abierta o estrecha
- 3) Ambiente de laguna restringida y protegida

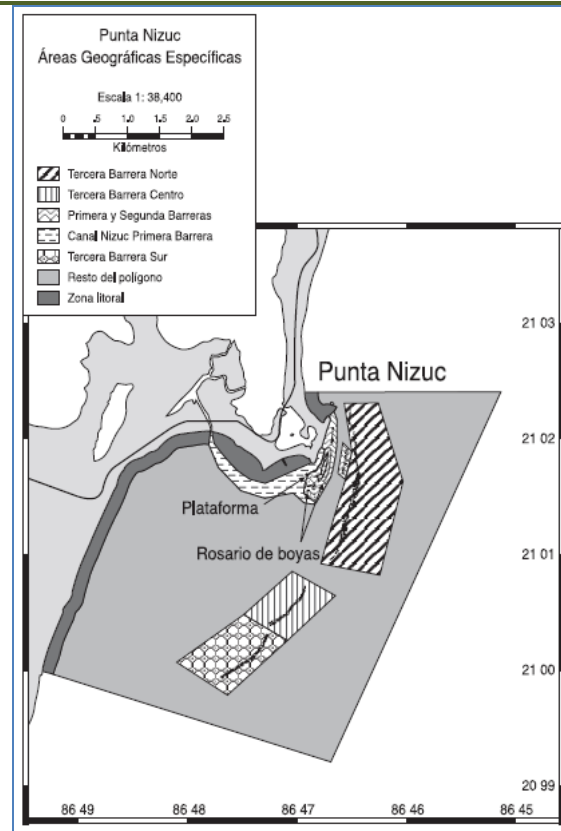
El ambiente de playa corresponde a todo el frente de la actual zona hotelera de Canc3n, el cual corresponde con una playa abierta donde los frentes del oleaje se alinean con la orientaci3n de la costa. La composici3n del sedimento es arena fina bien clasificada formada por oolitas en mayor proporci3n (entre 85 y 95%) y fragmentos de coral. Las oolitas son part3culas carbonatadas casi esf3ricas que presentan una estructura



conc3ntrica interna, y con di3metros que varían entre 0.25 a 2.00 milímetros. Estas estructuras se originan por la acci3n del oleaje y corrientes continuas en lugares donde se presenta una depositaci3n r3pida de calcita. Ward (1974 a y b) señaala que las oolitas se forman frente a la Isla de barrera de Canc3n, en aguas someras, a menos de 10 m de profundidad.

En el estudio de (Ward & Brady, Strandline sedimentation of carbonate grainstones, Upper Pleistocene, Yucat3n Peninsula, 1979) se menciona que la sedimentaci3n en las playas del noreste del estado de Quintana Roo es diferente a la que se reconoce en las costas del mar Caribe, puesto que en la regi3n del Caribe (Cuba, Rep3blica Dominicana), el dep3sito de material carbonatado en bancos de material se encuentra dominada por las mareas.

Los sedimentos de playa en Punta Nizuc est3n formados por arena mal clasificada, la cual se constituye por fragmentos de corales y en menor cantidad de moluscos, briozarios, esp3culas de esponjas, alcionarios y equinodermos, microforaminíferos bent3nicos y escasas oolitas (Aguayo C., Bello M., & Del Vecchio C., 1980).



**Figura IV. 28.** Arrecife Punta Nizuc. (Insituto Nacional de Ecolog3a, 1998).

El origen del material que constituye la playa proviene de los parques arrecifales que se encuentra en Quintana Roo y que son transportados por las corrientes.

Referente a los arrecifes, aunque no es posible estimar cuando empez3 el crecimiento de los mismos en la plataforma oriental de la pen3nsula, debido a la falta de datos radiom3tricos del basamento y del interior de estas construcciones arrecifales, se supone que 3stos crecieron a medida que descendió nivel del mar, despu3s de la glaciaci3n del Wisconsin. (CONAMP, 2008).

Asociado a estas playas se encuentra un dep3sito de eolianitas del Pleistoceno, que tambi3n suministran sedimentos a la playa (Aguayo C., Bello M., & Del Vecchio C., 1980).

En la figura 2.9 se muestra el modelo digital de elevaci3n para toda la zona de Canc3n, en el cual se observan las formaciones de l3neas de costa antiguas que se formaron en el pleistoceno (30,000 a3os), cuando la isla de barrera de Canc3n no estaba conectada al continente y era una secuencia de crestas de sedimentos calc3reos biol3gicos (actualmente se presentan como afloramientos rocosos debido a que los sedimentos se compactaron y cementaron) y no se hab3an formado los t3mbolos. En el reciente (Holoceno 2,700 a3os) se formaron los dep3sitos de sedimento que constituyen principalmente los t3mbolos en Punta Canc3n y Punta Nizuc que confinaron el sistema Lagunar Nichupt3.

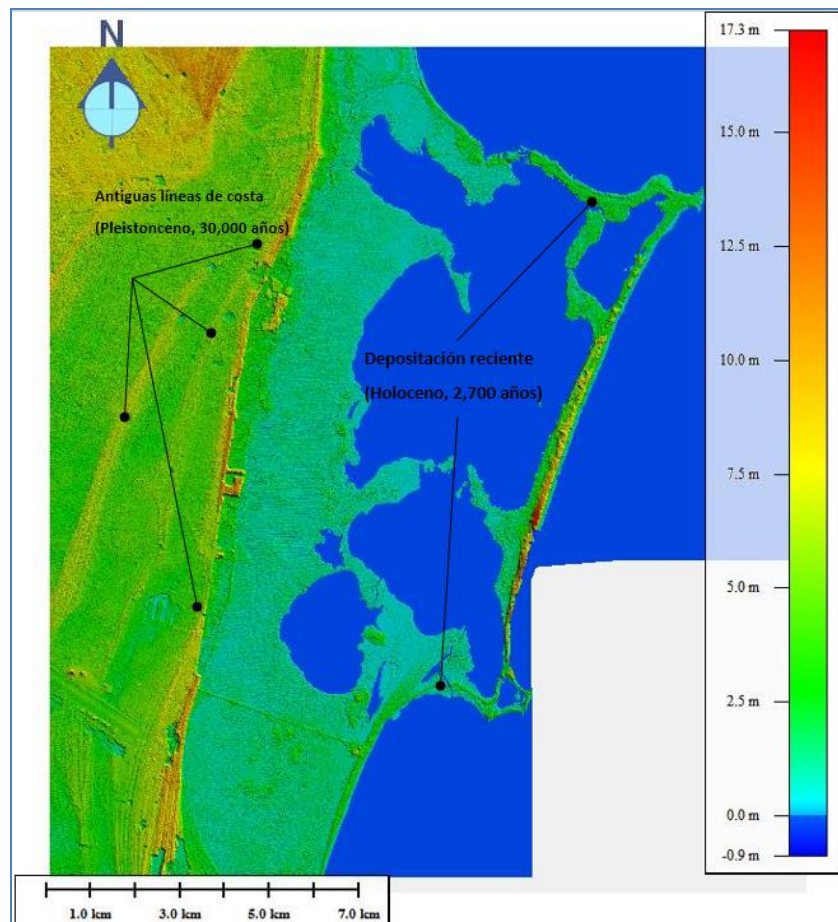


Figura IV. 29. Modelo digital de elevaci3n (terreno) escala 1:10,000 y resoluci3n horizontal de 5 m y vertical de 1 m. 2012. (INEGI, 2007).



Las crestas de sedimentos de origen calc3reo del pleistoceno y holoceno a las que se hace referencia en este documento, sufrieron un proceso de litificaci3n (compactaci3n y cementaci3n), por lo cual, en la actualidad estos sedimentos los podemos encontrar como afloramientos rocosos de eolianita de mediana altura en toda la zona de estudio.

A continuaci3n se presentan varias im3genes de tomas realizadas en la zona de estudio, las cuales muestran los afloramientos rocosos que en el pleistoceno y holoceno fueron acumulaci3n de sedimentos calc3reos.

A lo largo del documento, se hace referencia a estos afloramientos rocosos como:

- Afloramientos rocosos
- Afloramiento de roca eolianita



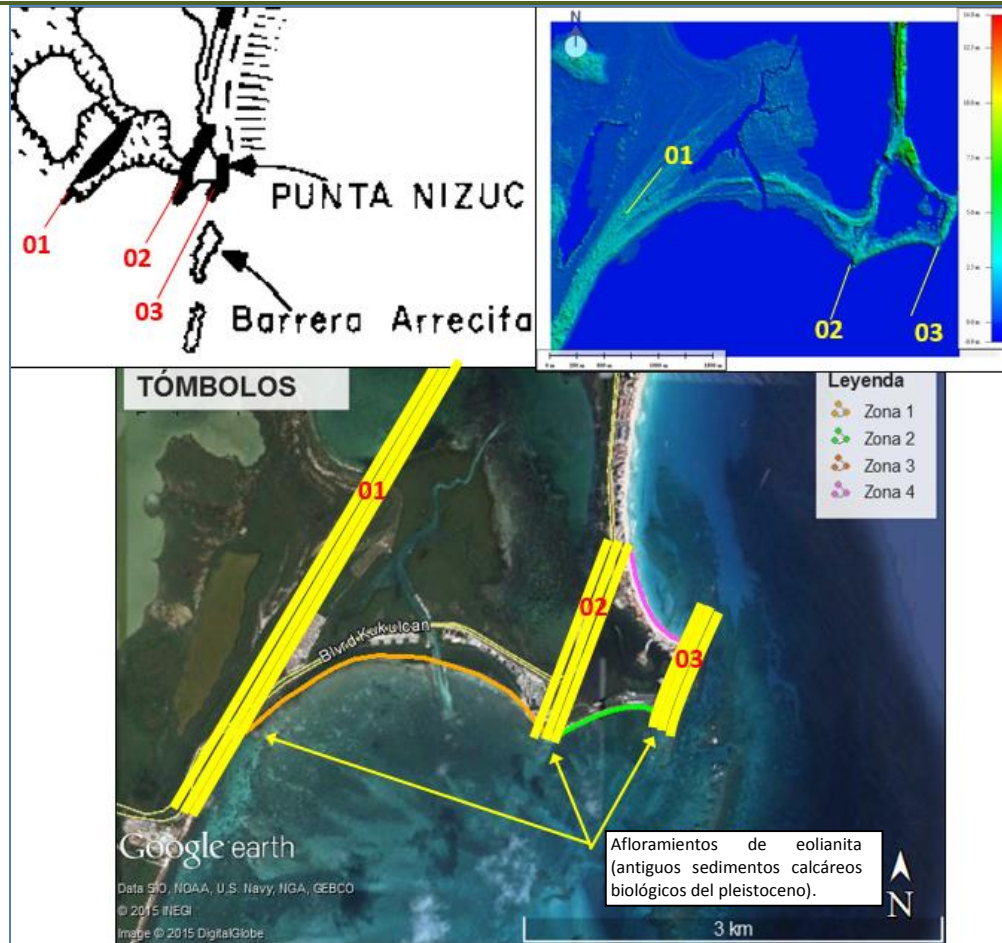
**Figura IV. 30.** Fotos de afloramientos rocosos (roca eolianita) en la zona de estudio.

### **Punta Nizuc**

En la figura siguiente se puede observar la ubicaci3n de los afloramientos rocosos (sedimentos calc3reos biol3gicos litificados del pleistoceno, 28,000 a3os) que indujeron la formaci3n de t3mbolos en Punta Nizuc.

Se identifican tres afloramientos de eolianita con similar orientaci3n sursureste (SSO) - noroeste (NNE). El afloramiento de roca 01 est3 alineado con la l3nea de costa de la Riviera Maya, este es m3s antiguo que el 02 y el 03. El afloramiento rocoso 02 tiene un desarrollo que corre sobre el Boulevard Kukulcan, separando la laguna La Caleta del sistema lagunar Nichupt3. Corre de la playa del hotel Nizuc R&S hasta la playa de la zona hotelera de Canc3n. Finalmente el afloramiento rocoso 03 se desarrolla en el l3mite de la costa, de la punta donde se ubica el Club Med hacia el l3mite de la zona hotelera de Canc3n.

Posteriormente en el holoceno (2,300 a3os), se formaron los t3mbolos que dan la forma costa actual. La Zona 1 (l3nea naranja) que es una l3nea de costa que forma parte del t3mbolo que se desarroll3 por la sombra que le generaba el afloramiento rocoso 02 al oleaje y posteriormente la Zona 2 y 4 (l3nea verde y magenta) que son l3nea de costa que forman parte del t3mbolo que se desarroll3 por la sombra que el afloramiento rocoso 03 generaba al oleaje.



**Figura IV. 31.** Ubicaci3n de las antiguas barras de sedimentos calc3reos que dieron origen a los t3mbolos desarrollados en Punta Nizuc. Con base en (Aguayo C., Bello M., & Del Vecchio C., 1980).

En el siguiente esquema, de forma detallada se puede identificar a trav3s del modelo digital de elevaci3n para la zona de estudio, la progradaci3n de la costa en el tiempo a trav3s de la identificaci3n de antiguas l3neas de costa.

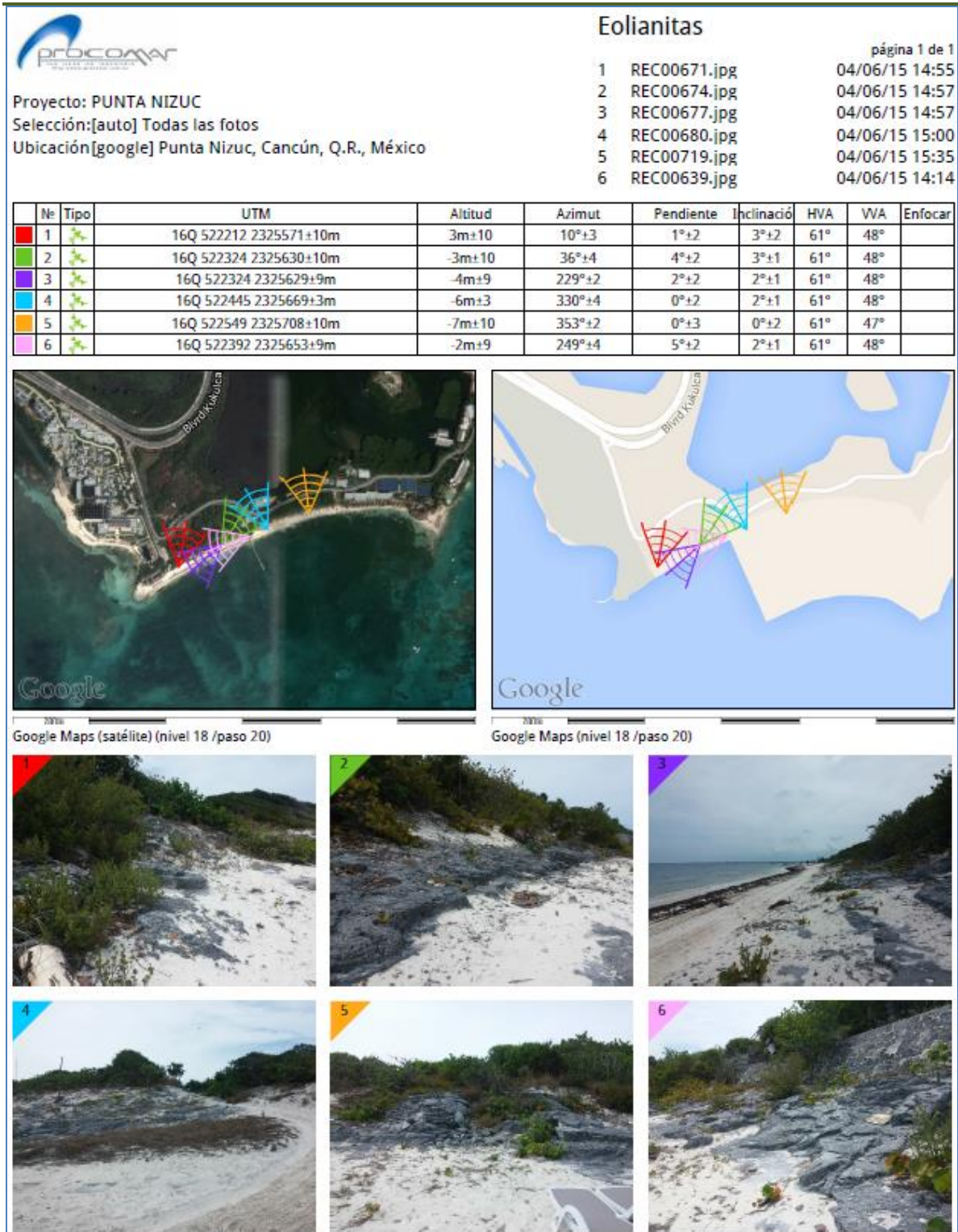
Tambi3n se puede identificar los t3mbolos que fueron desarroll3ndose a lo largo de los a3os y que dan forma a lo que actualmente se conoce como Punta Nizuc y que el sitio de estudio se ubica sobre el t3mbolo que se form3 por la sombra del afloramiento rocoso 03, que se ubica en el l3mite de la costa con el oc3ano.

## **Zona 2 (tramo de la costa del sitio de estudio)**

La zona donde se ubica el predio de estudio es la Zona 2, que forma parte del t3mbolo parte sur que indujo el afloramiento rocoso 03, quedando delimitada por lo tanto entre el afloramiento rocoso 2 y 3.

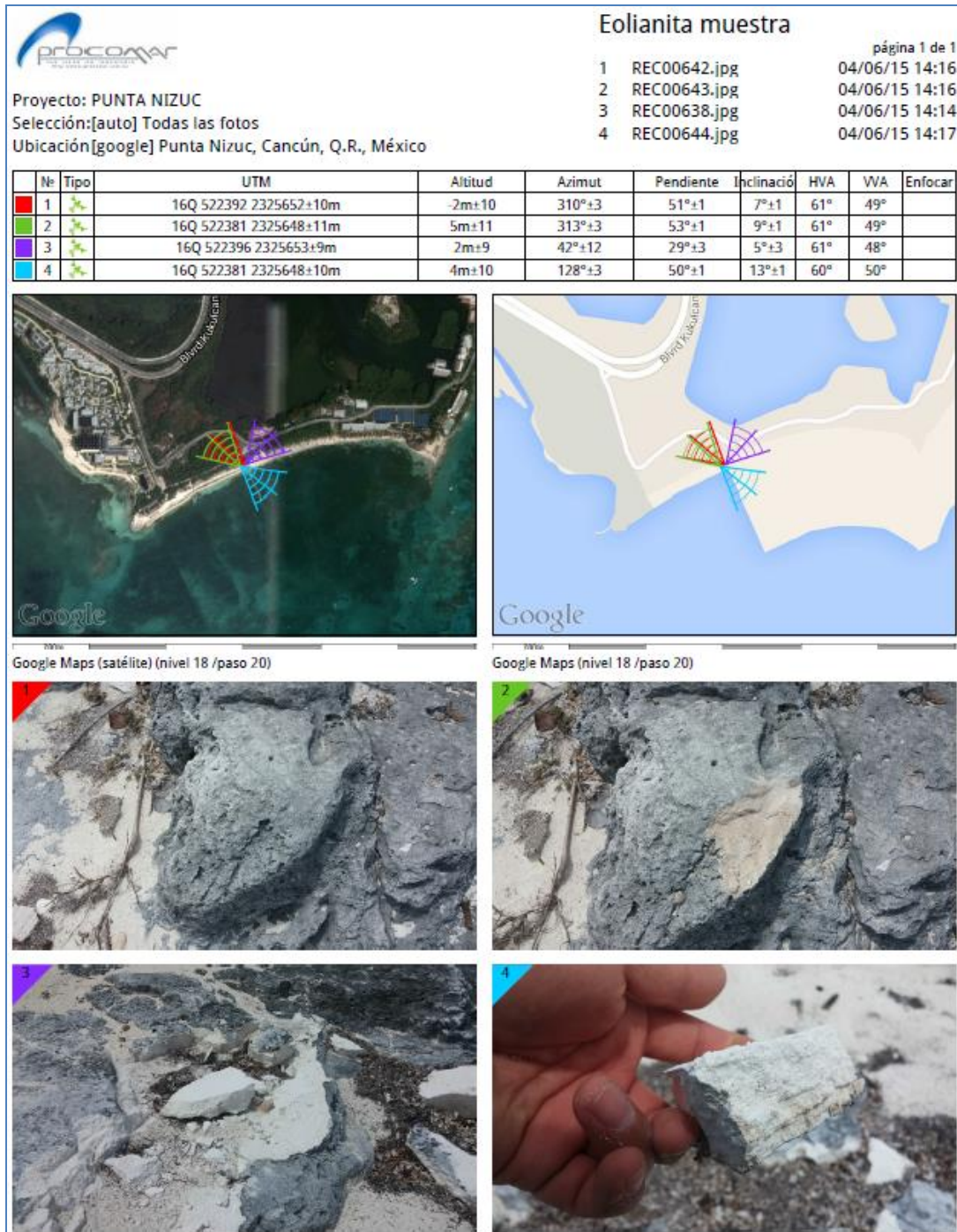
Por la parte frontal al mar del predio, subyace un cord3n s3lido de roca eolianita que sobresale sobre el terreno. Este cord3n que tiene de 3 a 7 m de altura y en el holoceno fue una barra de sedimentos calc3reos biol3gicos (hace ~2,700 a3os). Durante los recorridos que se llevaron a cabo en la zona de estudio se pudo identificar el desarrollo del cord3n de eolianita a todo lo largo de la Zona 2, con cubierta en la parte alta de vegetaci3n y en la parte baja por una capa de arena fina. Se tomaron registros fotogr3ficos de este rasgo geomorfol3gico que funciona como protecci3n al predio de estudio (ver la siguiente figura).





**Figura IV. 32.** Vista del afloramiento rocoso de eolianita que sobresale por la parte posterior de la playa.

Tambi3n se tomaron registros fotogr3ficos de detalle de la composici3n de la roca eolianita. Ver la siguiente figura.



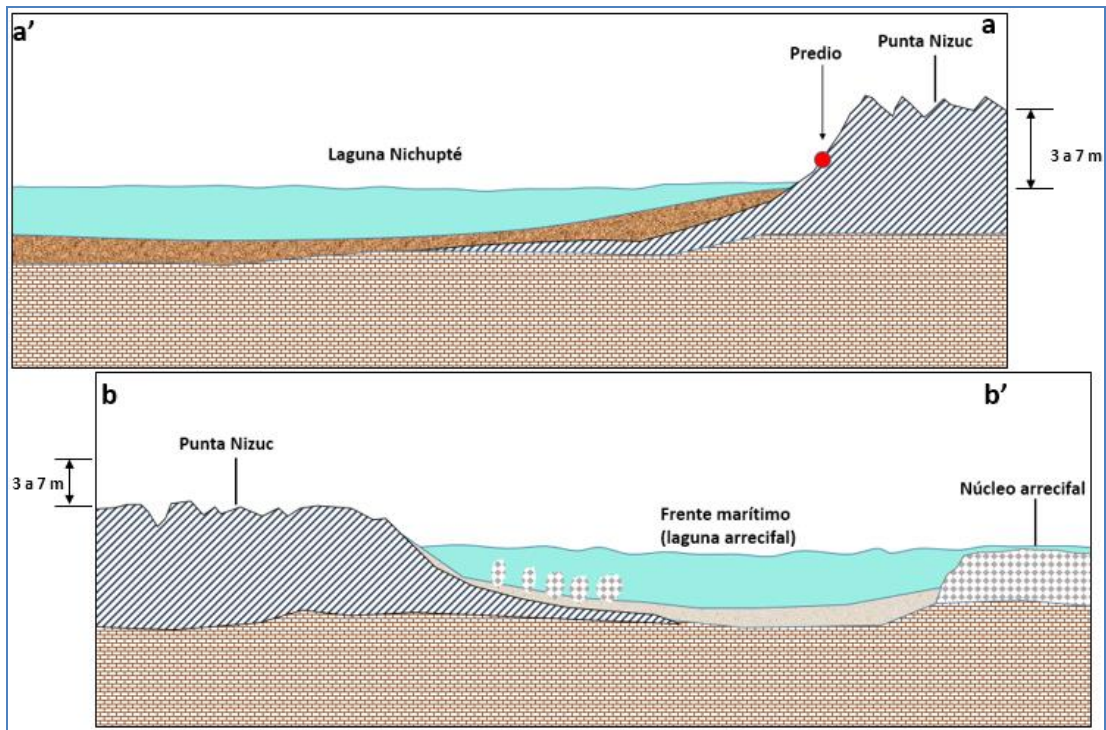
**Figura IV. 33.** Muestras de la roca eolianita que aflora en la parte posterior de la playa.

Por la parte posterior del predio (vista hacia la laguna), se encuentra una zona baja, con altura menor a 1 m y que queda delimitada por el camino de acceso al Club Med. Esta zona baja forma parte de la cuenca de la laguna Caleta y tiene una composici3n de fango calc3reo de acuerdo con (Aguayo C., Bello M., & Del Vecchio C., 1980).

Bajo las aguas de Nichupte y Bojorquez se encuentran arcillas calc3reas en espesores que var3an de 2 a 10 m, conocidas de manera conjunta como “lodo lagunar” y que corresponde al azolve de la laguna (Ecopladesa S.C., 2007).

En la siguiente figura se presenta un esquema de los perfiles estratigr3ficos del suelo en Punta Nizuc que corresponden con la estratigraf3a que tiene la zona de estudio, sobre la cual se aprecia que el predio se desplanta sobre el afloramiento de roca eolianita que se extiende hasta la playa y hasta el l3mite de la laguna.





**Figura IV. 34.** Esquemas del perfil estratigr3fico del suelo en Punta Nizuc. Esquema basado en (Aguayo C., Bello M., & Del Vecchio C., 1980).

Empleando un modelo digital de terreno que se elabor3 a partir de un vuelo aerofotogr3fico que se realiz3 para este estudio los primeros d3as del mes de junio 2015, se puede establecer una aproximaci3n de la configuraci3n del terreno, el cual tiene una superficie caprichosa, con mayor elevaci3n en la zona central y hacia el oriente,

alcanzando aproximadamente 10 m. Ver representaci3n de superficie y perfiles en figura 2.16, 2.17 y 2.18.

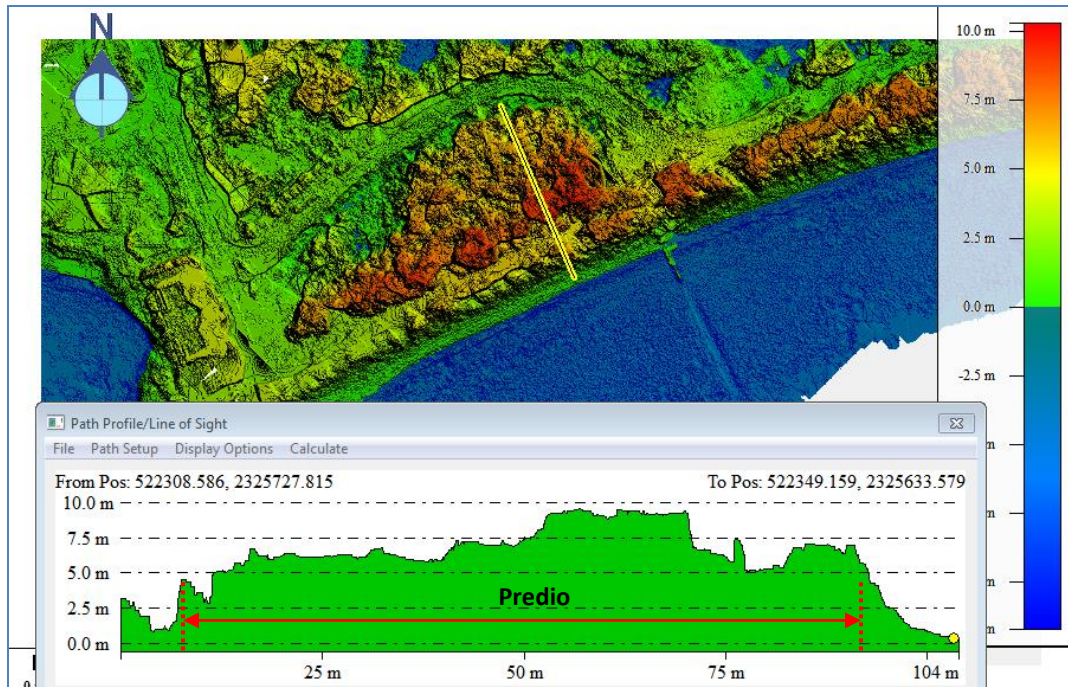


Figura IV. 35. Modelo digital de superficie con base en vuelo aerofotogr3fico de junio 2015. Perfil oriente.

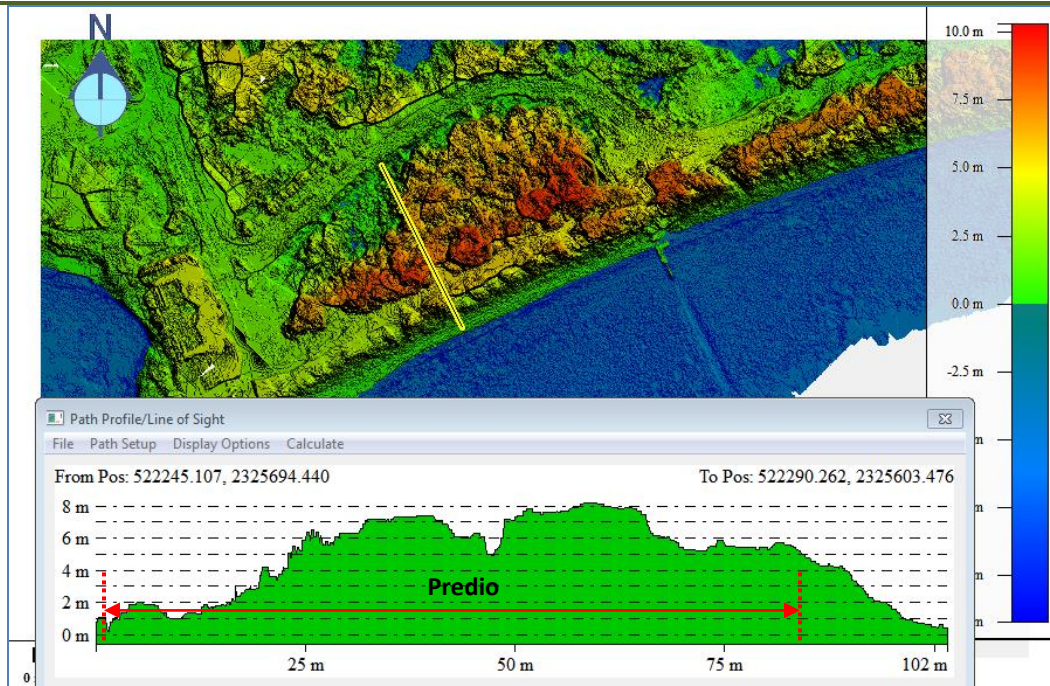
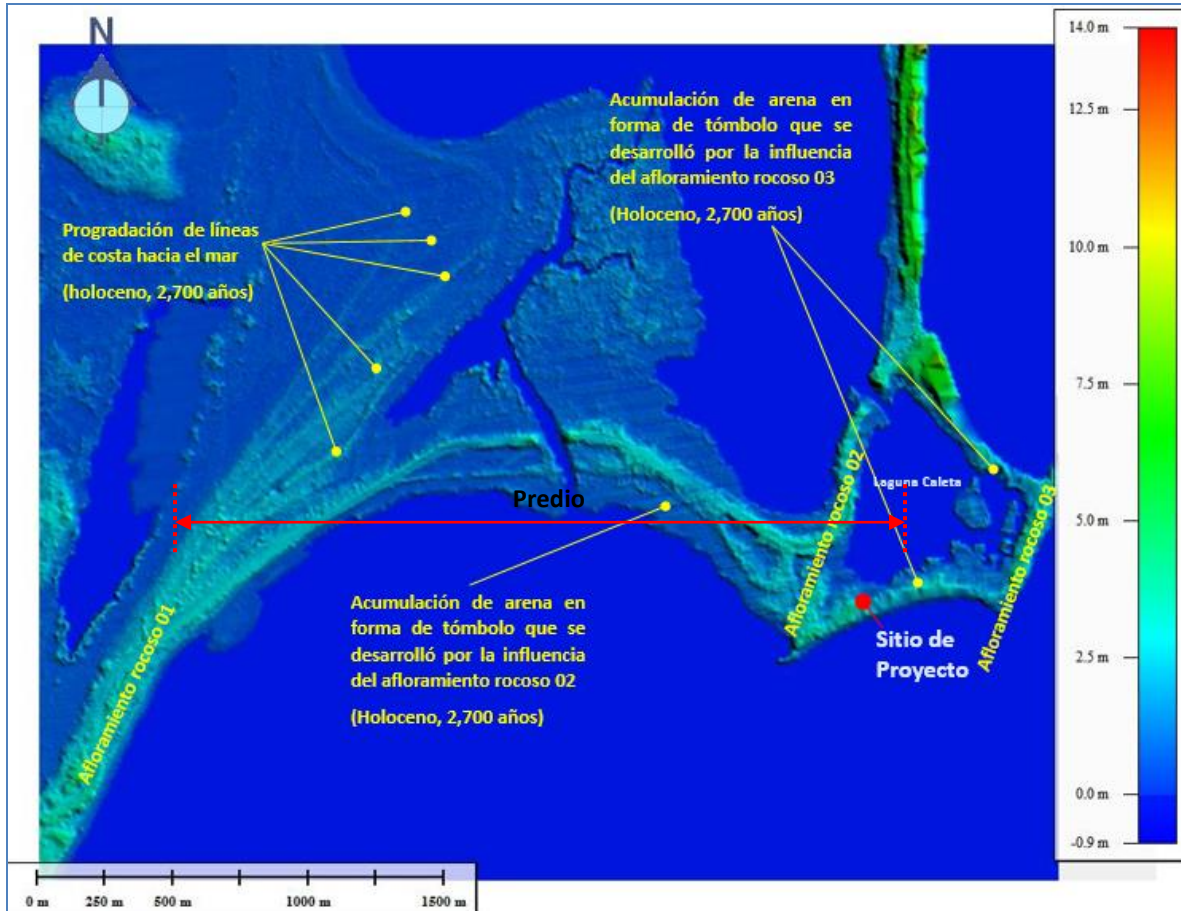


Figura IV. 36. Modelo digital de superficie con base en vuelo aerofotogr3fico de junio 2015. Perfil central.

La zona central del predio tiene una elevaci3n m3xima de 8 m, mientras que la zona poniente (que colinda con el Hotel Nizuc R&S) es la m3s baja, con una elevaci3n de 2 m. La parte alta corresponde a la barrera de roca eolianita que delimita la playa, aunque su altura en esta zona es menor a 4 m.





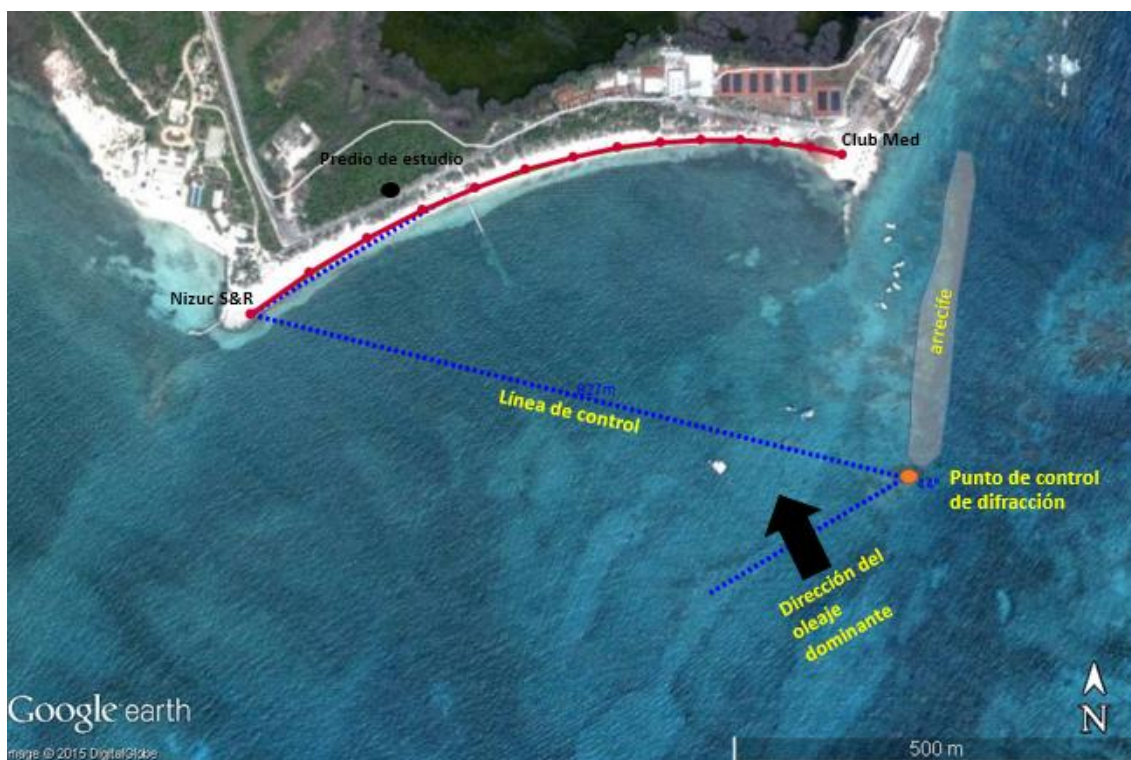
**Figura IV. 37.** Modelo digital de elevaci3n (terreno) en Punta Nizuc, escala 1:10,000 y resoluci3n horizontal de 5 m y vertical de 1 m. 2012. (INEGI, 2007)

### Morfolog3a de la Playa

La zona de estudio presenta una playa encajada de 800 m de longitud que est3 apoyada en sus dos extremos por dos afloramientos rocosos de eolianita que ligeramente sobresalen del espejo del agua, se trata de una playa cerrada donde no puede entrar ni salir material sedimentario mediante el transporte longitudinal.

Las playas encajadas como la de Punta Nizuc en el frente de estudio adquieren una curvatura, dicha curvatura se debe al control que ejercen los elementos que la sustentan de forma lateral. Una manera de conocer la forma planim3trica que tiene o tendr3 una l3nea de costa en una playa apoyada, es mediante la utilizaci3n de los modelos geomorfol3gicos.

Es posible que aunque se trata de una playa encajada con dos elementos rocosos en los extremos que la soportan, en el extremo poniente (donde se ubica el hotel Nizuc S&R) cuya punta es m3s corta, se presente en algunas ocasiones fugas de sedimento, principalmente cuando el oleaje es de tormenta, ya que llega con una mayor energ3a.

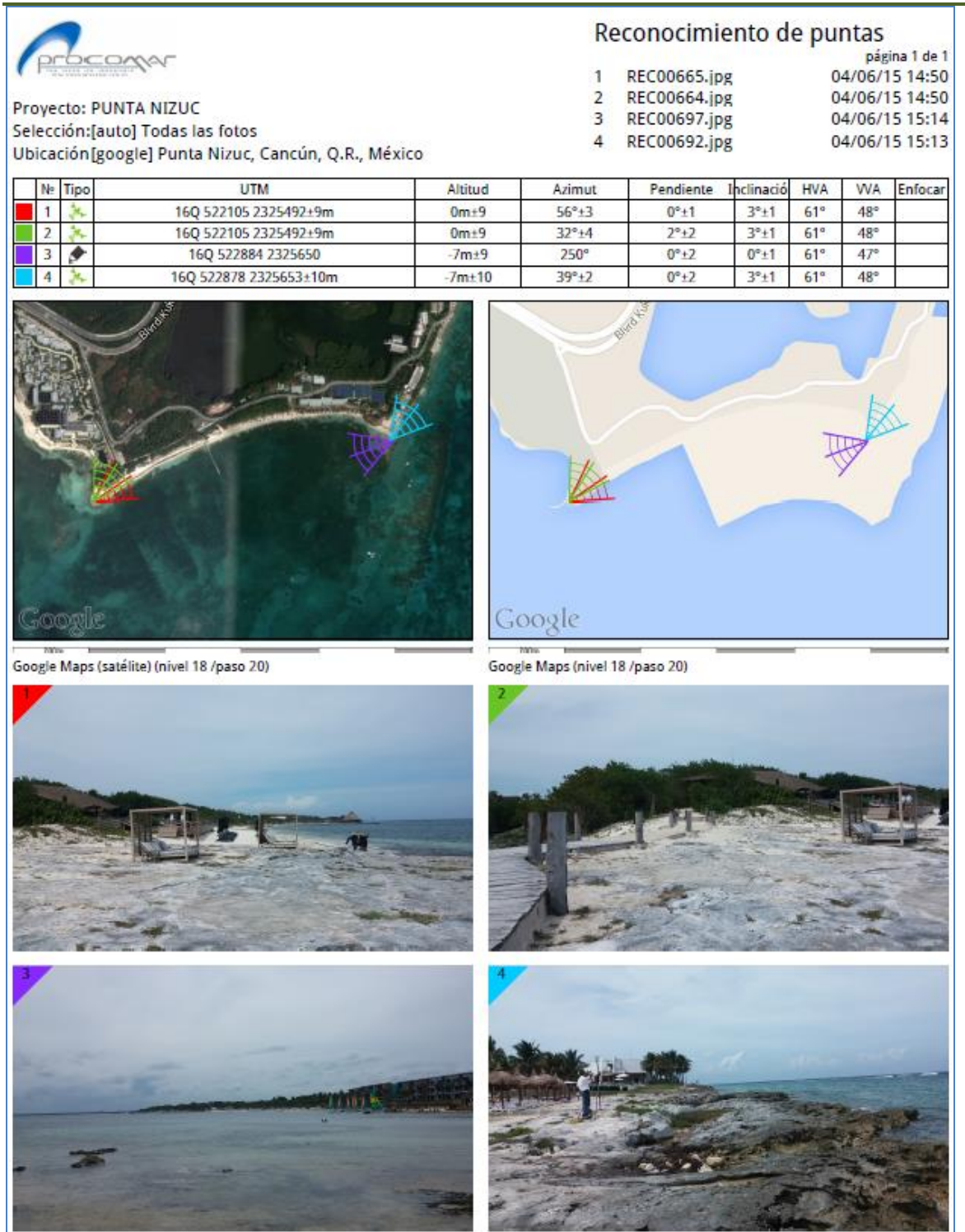


**Figura IV. 38.** Forma de equilibrio de largo plazo de la playa en la zona de estudio. Dise1o con modelo parab3lico.

Con base en el an3lisis de la forma planim3trica de la zona de estudio actualmente, la playa se encuentra en equilibrio; pues su forma corresponde con la geometr3a que deber3a alcanzar en el largo plazo tras la actuaci3n peri3dica y constante del oleaje predominante.

Es importante se3alar que al ser una playa encajada, su funcionamiento es independiente respecto a las playas contiguas, es decir; no depende del equilibrio que exista en la playa de la zona 1 (ubicada al poniente) y 4 (ubicada al norte).

En la siguiente figura se puede apreciar la conformaci3n rocosa de las puntas que controlan el equilibrio de la playa. Correspondiendo la punta oriente con el afloramiento rocoso 03 y la punta poniente con el afloramiento rocoso 02.



**Figura IV. 39.** Figura que muestra la conformaci3n de las puntas y vista de una punta a la punta contraria. 04 junio 2015.



## Perfiles de Playa

El perfil que se desarrolla en la zona de estudio presenta un perfil con dos variaciones, que para el presente proyecto se denominan Tipo I y Tipo II.

### *Tipo I*

El perfil tipo I, es el perfil que se desarrolla desde la punta poniente, donde se ubica el hotel Nizuc hasta el l3mite del edificio del Club Med. Se se1ala en la figura siguiente en color rojo y tiene una longitud de desarrollo de 550 m. El perfil tipo I es el que corresponde al frente de playa del predio del cual se deriva este estudio.

El perfil tipo I, se caracteriza por presentar un afloramiento rocoso de eolianita que delimita la playa, que como ya se hab3a comentado en los p3rrafos anteriores antes exist3a una cresta de sedimentos calc3reos biol3gicos que por proceso de litificaci3n de sedimentos e3licos 3stos se cementaron generando con ello un promontorio rocoso.

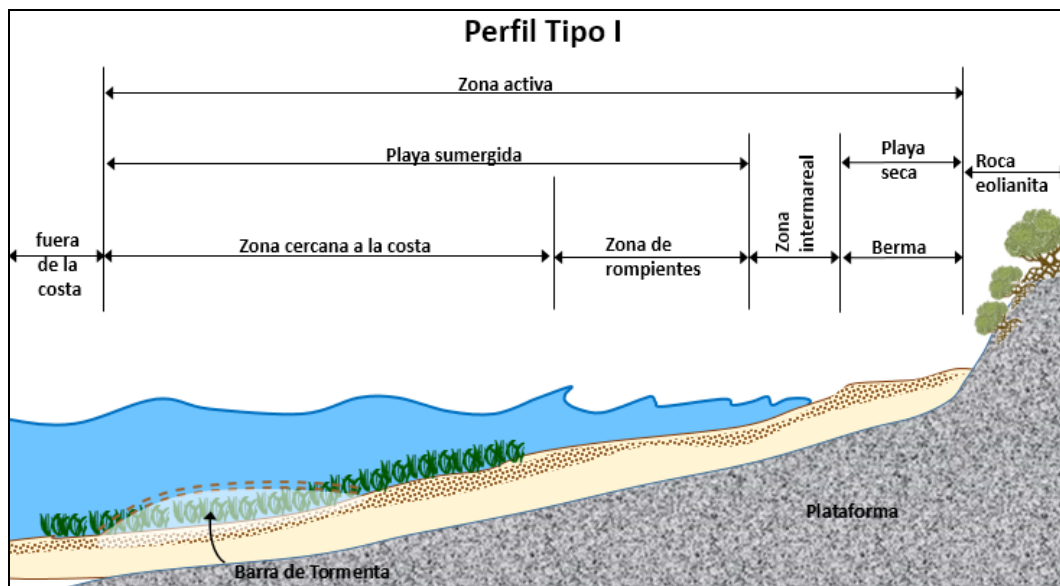


Figura IV. 40. Identificaci3n de perfiles tipo 1 y 2 en el frente de estudio.



El perfil tipo I se compone de una berma corta de 19 m en la zona poniente a 10 m en la zona oriente, dentro del predio de estudio que puede variar ligeramente debido a que es una playa encajada donde el transporte litoral es nulo, adem3s de que est3 ubicada frente a una zona arrecifal que brinda protecci3n suficiente para mantener estable la playa. Debido a que la variaci3n de la marea es menor a 30 cm, la zona intermareal es de escasos 3 a 5 m.

La presencia de una barrera arrecifal semi-continua frente a la zona de estudio, origina que la zona de agua entre la playa y la barrera funcione como una laguna arrecifal; en la cual se desarrollan en el fondo campos de pastos marinos. Estos pastos marinos se desarrollan muy cercanos a la costa, por lo cual; la playa sumergida compuesta de arena tiene un ancho de 15 a 10 m. Lo anterior indica que la principal zona activa del sedimento es de 35 a 20 m (playa seca y playa mojada).



**Figura IV. 41.** Perfil tipo I que se desarrolla a lo largo de 550 m del frente de playa y que cubre todo el frente del predio del cual se deriva este estudio.

En la siguiente figura se puede observar la conformaci3n del perfil de playa en la zona I.

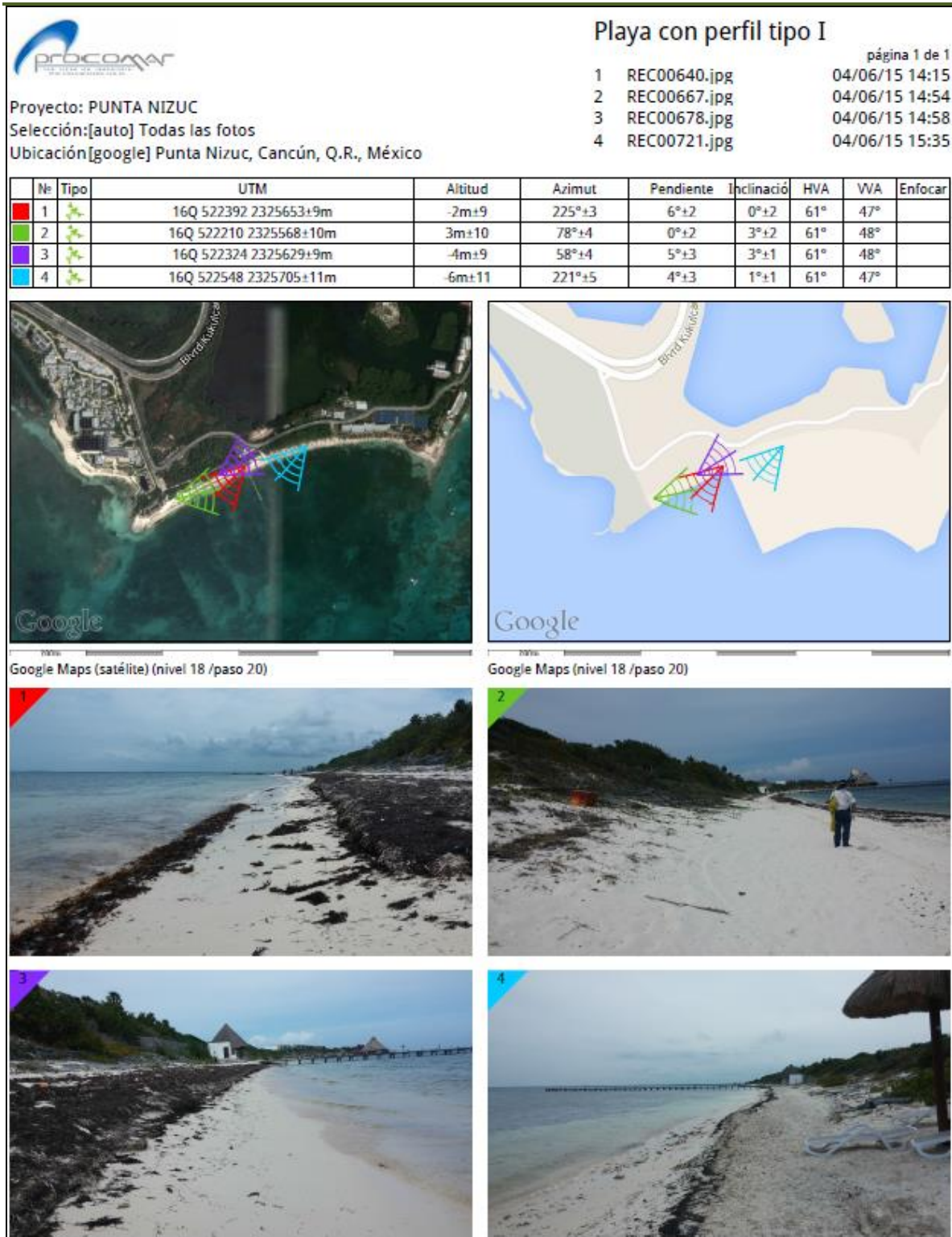


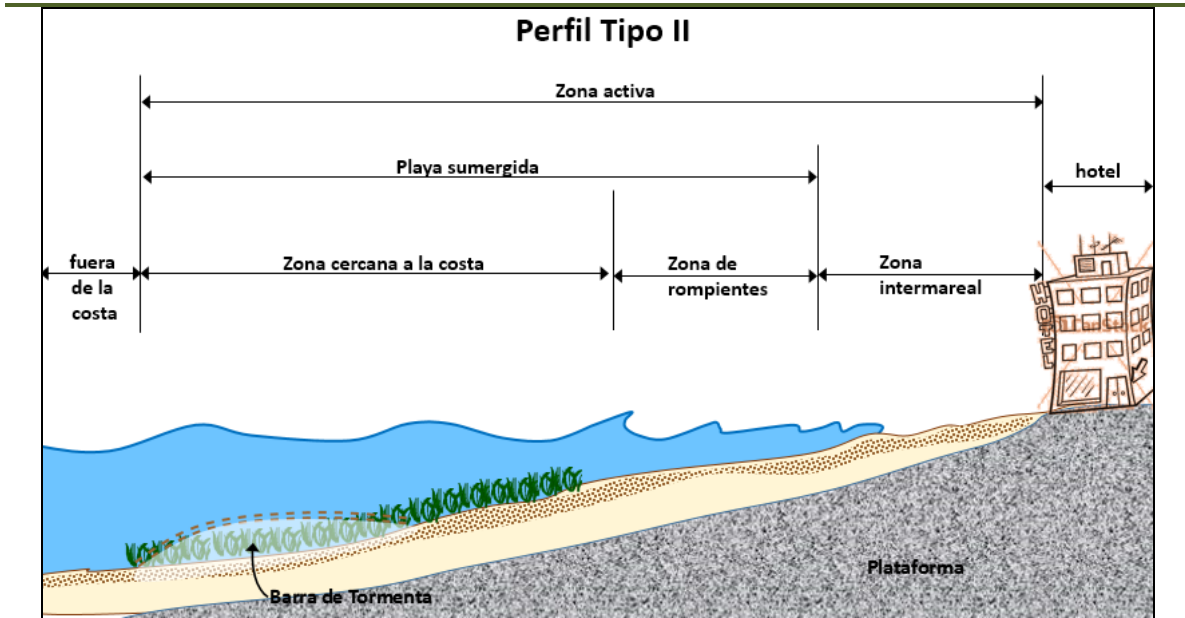
Figura IV. 42. Vista de los perfiles de plata tipo I. recorrido de campo del 04 de junio 2015.

**El perfil tipo II**, es el perfil que se desarrolla en la zona oriente del frente de estudio y comprende la zona donde se ubica la infraestructura del Club Med, donde se ubica el hotel Nizuc hasta el l3mite del edificio del Club Med. Se se1ala en la siguiente figura en color azul y tiene una longitud de desarrollo de 180 m.

El perfil de playa tipo II, es una playa incompleta; ya que no cuenta con playa seca, en su lugar en esta zona se desplanta parte de la infraestructura del hotel (jardineras). Ver la siguiente figura.

Al igual que en el perfil tipo I la zona intermareal es de escasos 3 a 5 m.

De igual forma, los pastos marinos se desarrollan muy cercanos a la costa, por lo cual; la playa sumergida compuesta de arena tiene un ancho de 15 a 10 m. Lo anterior indica que la principal zona activa del sedimento es de m3ximo 20 m (playa seca y playa mojada). Es importante se1alar que en esta zona, la playa tiene una cantidad importante de fragmentos de roca mezcladas con la arena.



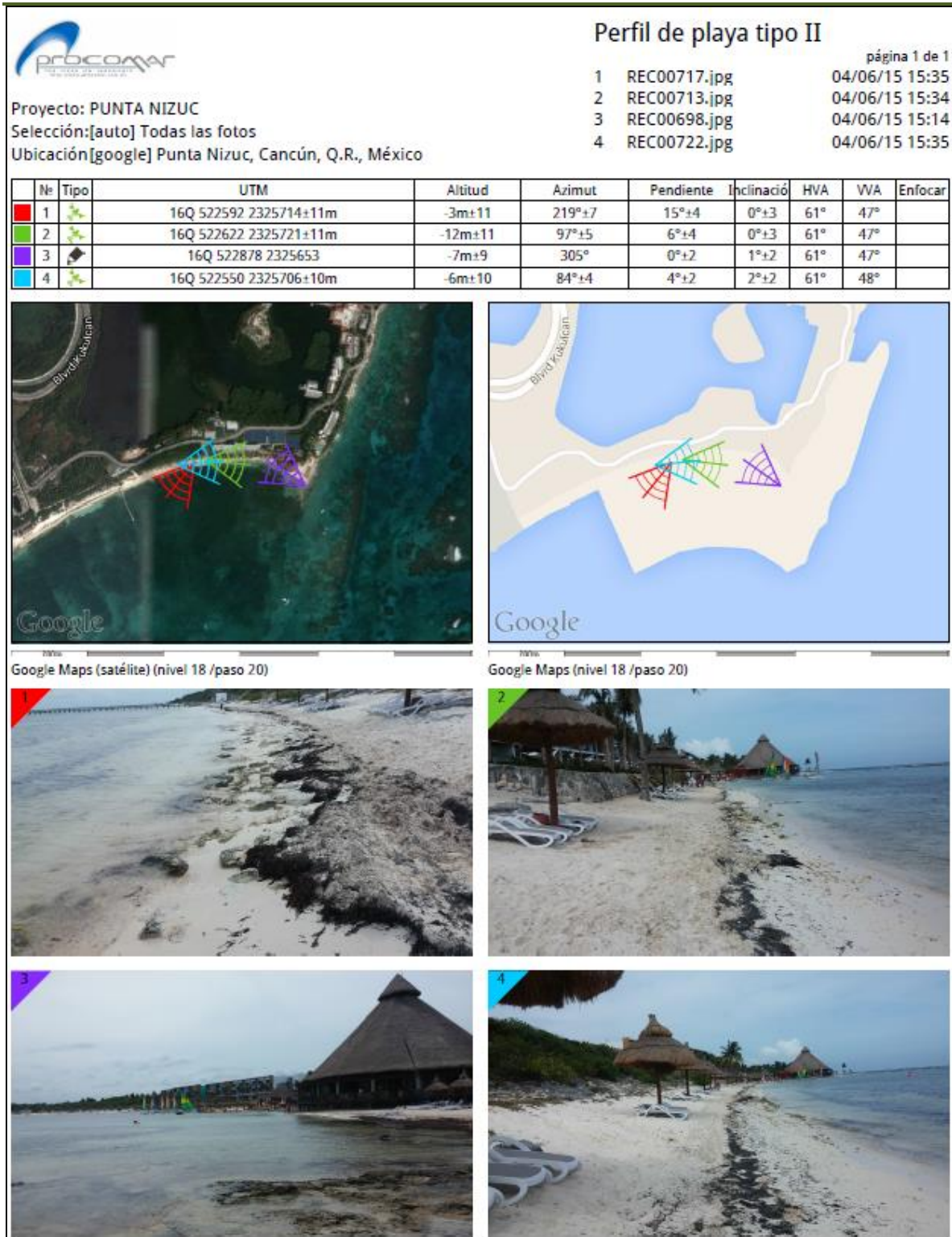
**Figura IV. 43.** Perfil tipo I que se desarrolla a lo largo de 550 m del frente de playa y que cubre todo el frente del predio del cual se deriva este estudio.

En la figura siguiente se pueden apreciar varias vistas de la playa correspondientes al perfil tipo II, donde la arena que se tiene en la zona intermareal, tiene características de ser de relleno, al ser una arena más gruesa.

Tambi3n se puede distinguir en la figura anterior la cercanía del muro de contenci3n sobre la playa seca.



Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B-Regional del proyecto  
**“Hotel Riviera Canc3n”**

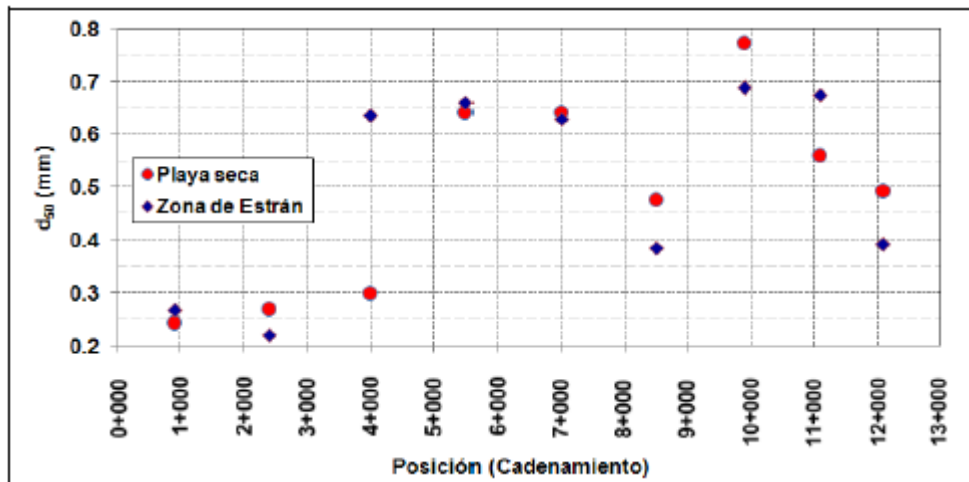


**Figura IV. 44.** Vista de los perfiles de plata tipo I. recorrido de campo del 04 de junio 2015.

### Características de la arena que componen la playa

Debido a que la eolianita se encuentra muy superficial, el espesor del sedimento que conforma la playa es m3nimo, por lo cual, al presentarse cualquier evento clim3tico que exceda las condiciones del oleaje normal, el estrato rocoso de eolianita queda inmediatamente expuesto, esto se puede apreciar en la zona cercana al muelle que se ubica en el l3mite del predio y en la playa del perfil tipo II en varios puntos.

El sedimento que caracteriza la playa es una arena en el l3mite de arena media que tiene un di3metro  $d_{50}$  de 0.4 a 0.5 mm y una densidad de 2.58 a 2.65 ton/m<sup>3</sup>, lo que corresponde con una densidad del grano de calcita, que tiene una densidad absoluta de 2.59 ton/m<sup>3</sup> (PROCOMAR, 2006).



**Figura IV. 45.** Distribuci3n de muestras a lo largo del frente costero y di3metros característicos asociados.  
**Fuente especificada no v3lida.**

La arena con mayor homogeneidad en el di3metro del sedimento se identific3 en el frente de playa del predio del proyecto y hacia la punta poniente, donde se ubica el hotel Nizuc, mientras que la arena menos homog3nea (con fragmentos de roca) se encontr3 frente al Club Med, donde la playa aparentaba mayor d3ficit de sedimento.

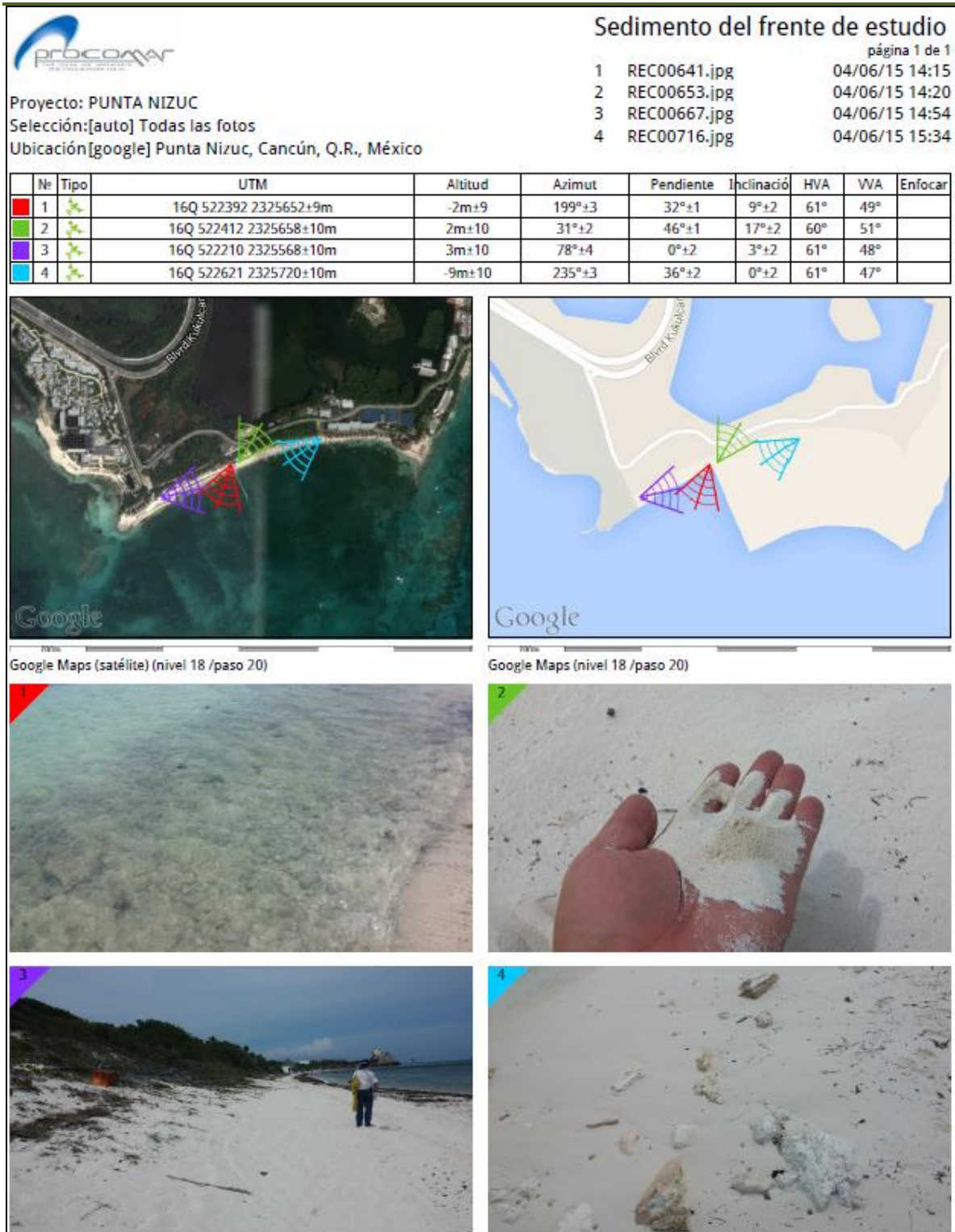


Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B-Regional del proyecto  
**“Hotel Riviera Canc3n”**

---

Sobre la playa sumergida se encontraron fragmentos de roca a la altura del muelle de madera que se ubica en el l3mite del predio del proyecto con el Club Med y en el frente de playa del Club Med. En el resto del predio y hacia el hotel Nizuc la arena presentaba una apariencia homog3nea de arena fina a media.

En la siguiente figura se muestran varias tomas fotogr3ficas del 4 de junio de 2015 en el cual se aprecia la homogeneidad de la arena en la playa y las caracter3sticas de la misma.



**Figura IV. 46.** Sedimento que caracteriza las playas de Punta Nizuc, en la playa de la zona de estudio. 04 de junio 2015.



En las dos siguientes figuras se muestran el l3mite visible de la arena en la playa sumergida, ya que los pastos marinos cubren el fondo.



**Figura IV. 47.** Vista del l3mite del sedimento visible en la playa sumergida frente al predio de estudio. Foto a3rea 05 junio 2015.



**Figura IV. 48.** Vista del l3mite del sedimento visible en la playa sumergida frente al Club Med. Foto a3rea 05 junio 2015.

### **Depositi3n y erosi3n de los sedimentos**

Es importante se3alarse que los mayores incrementos o ganancia del sedimento en las playas abiertas se dan por el transporte longitudinal entrante, transversal hacia tierra y dep3sitos biog3nicos, mientras que las mayores p3rdidas de sedimento se deben al transporte longitudinal saliente, transversal hacia el mar y e3lico hacia tierra.

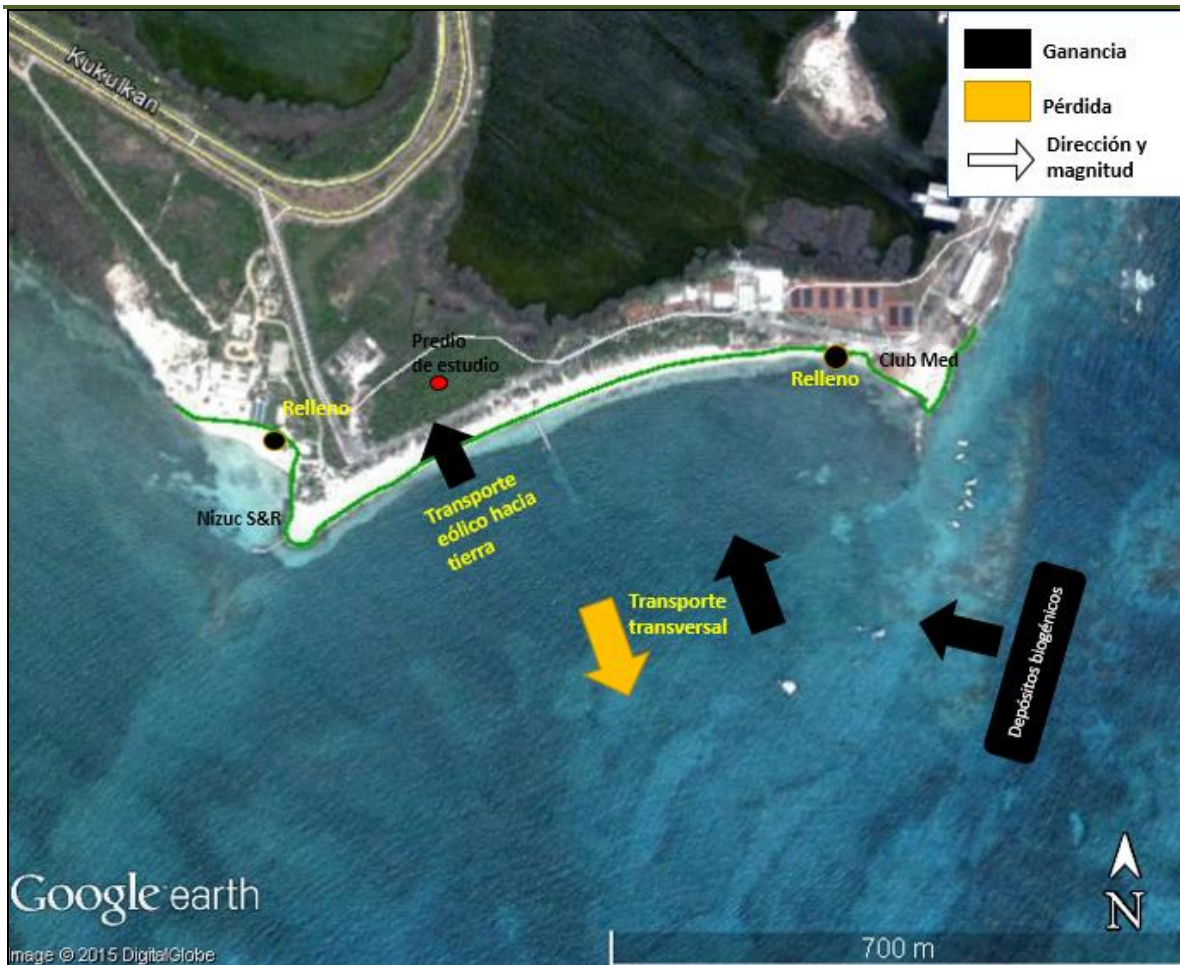
Para el caso de la zona de estudio, se trata de una playa cerrada que no recibe sedimentos por el transporte longitudinal entrante y saliente, de este modo para explicar el sedimento que compone la playa en el 3rea del proyecto, es necesaria la actuaci3n del transporte transversal.

Los depósitos biogénicos son la única fuente de sedimento que da origen a la costa y por lo tanto, es la fuente primaria de alimentación; el transporte y la alimentación artificial son fuentes secundarias de alimentación o medios de transporte. Este sedimento proviene de todo el sistema arrecifal de Quintana Roo y del sedimento que transportan las corrientes a lo largo de la plataforma costera.

La alimentación artificial, con base en el reconocimiento de campo y la comparativa histórica de línea de costa; se ha llevado a cabo en la playa poniente del hotel Nizuc y en la playa frente a la edificación del Club Med.

Con respecto al transporte transversal hacia el mar en este tipo de playa es máximo cuando se presenta oleaje de alta energía, ya que la sobreelevación por tormenta permite que el oleaje alcance la parte alta de la playa y arrastre el sedimento hacia la playa sumergida. Este transporte también se incrementa cuando se tienen muros cuasi-verticales, debido a que se induce la erosión al pie, como la zona ubicada frente al Club Med.

El transporte eólico hacia tierra es moderado debido a que el espesor de la playa es pequeño, sin embargo; la evidencia de sedimento fino en la parte alta de la playa indica este tipo de transporte.



**Figura IV. 49.** Balance de sedimentos en la zona de estudio.

### **Evoluci3n de la l3nea de costa considerando el efecto de cambio clim3tico**

Ya que el transporte trasversal es el proceso que genera un mayor retroceso en las playas tipo bah3a, como la de la Zona 2, donde se ubica el predio de estudio, es importante analizar un poco los pron3sticos existentes de su frecuencia e intensidad.

Para establecer que tan estable ha sido la l3nea de costa al paso de los a3os y eventos meteorol3gicos de gran magnitud, como el hurac3n Wilma 2005, se realiz3 un an3lisis de l3neas de costa empleando im3genes de sat3lite y vuelos aerofotogr3ficos.



Las im3genes satelitales empleadas fueron los siguientes: ortofoto digital de INEGI (2004), Imagen Satelital de Google Earth (2005 y 2009) y el vuelo aerofotogr3fico realizado para este estudio (junio de 2015).

Se digitalizaron las l3neas de costa de cada una de las im3genes satelitales para hacer una comparaci3n de la evoluci3n de la l3nea de costa a lo largo del tiempo y as3 tener una mejor percepci3n en el an3lisis.

El an3lisis hist3rico a lo largo de 11 a3os (2004 – 2015), muestra que la l3nea de costa en frente de playa del predio en estudio y hasta el l3mite de la edificaci3n del hotel Club Med ha permanecido en equilibrio est3tico, ya que a pesar de la presencia de Wilma en 2005, la l3nea se ha mantenido en la posici3n que ten3a en 2004, en un rango de variaci3n de  $\pm 3$  m. Aunque el hurac3n Wilma gener3 cambios importantes en la zona alta de la playa, no modific3 la ubicaci3n de la l3nea de costa.

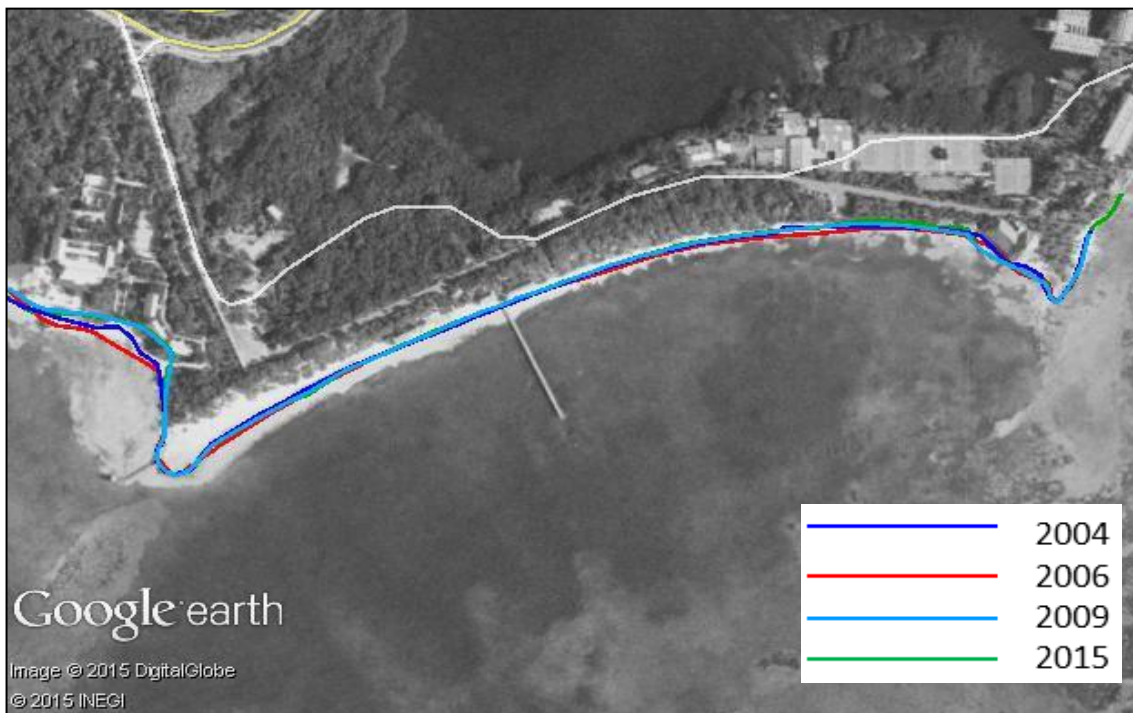


Figura IV. 50. L3neas de costa montadas en Ortofoto de INEGI (2004).

Durante el an3lisis de la l3nea de costa, se pudo evidenciar una alteraci3n importante derivada del huracan Wilma en 2005 en la parte posterior a la playa, que es el retroceso de 15 m de cubierta vegetal. Debido a la presencia del afloramiento rocoso, los ecosistemas no se vieron afectados, por lo anterior, es importante mantener la continuidad del afloramiento rocoso para garantizar la estabilidad de los ecosistemas cuya protecci3n dependen de este afloramiento.

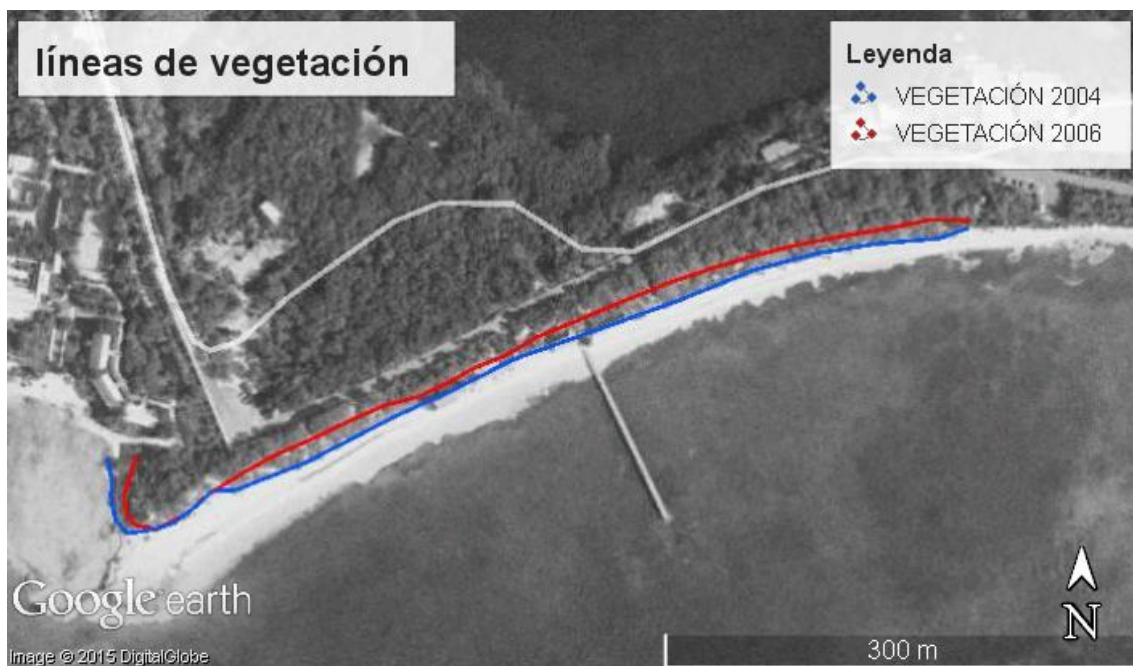


Figura IV. 51. Comparativa de la l3nea de vegetaci3n (2004-2015).

Ahora bien, y considerando que la evoluci3n en la l3nea de costa del 3rea de estudio muestra un comportamiento relativamente estable, es necesario considerar los pron3sticos de eventos meteorol3gicos importantes derivados del efecto de cambio clim3tico.

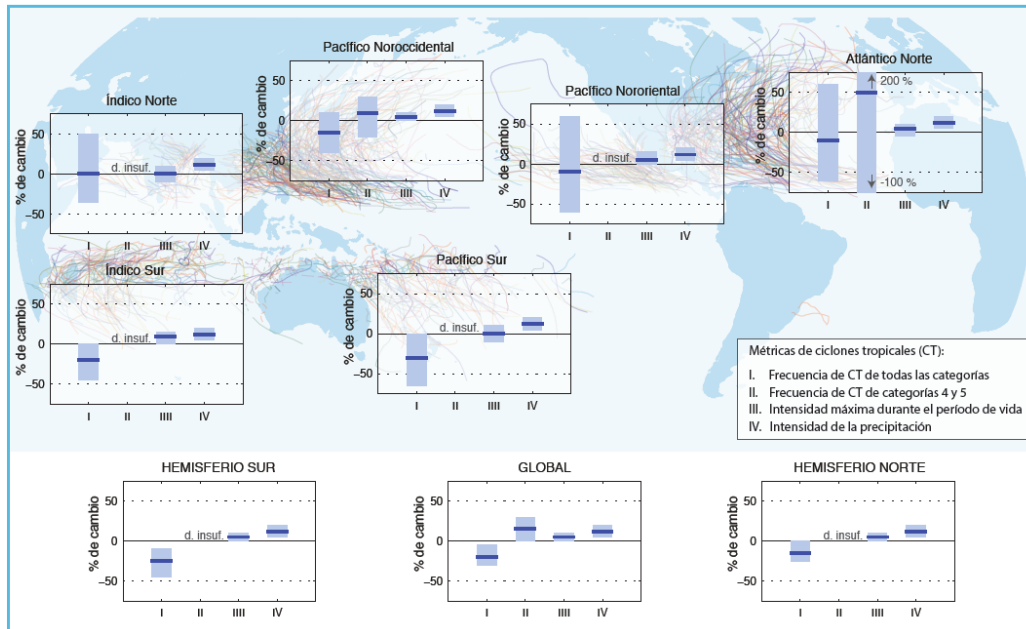
D3az (2010) se3ala que de 1944 a 2009, en la vertiente Atl3ntica de Am3rica, se reportaron 723 perturbaciones meteorol3gicas, de las cuales un 53% adquiri3 el grado de hurac3n;

del porcentaje mencionado, 78 eventos alcanzaron el territorio nacional y 11 de ellos, clasificados dentro de la m3xima categor3a de la escala Saffir-Simpson, han impactado en la costa de Quintana Roo.

El IPCC (Barros, y otros, 2014) se3ala que es seguro que el aumento de la temperatura media global en superficie provoque un aumento de la precipitaci3n global a largo plazo. Globalmente, y para episodios de precipitaci3n de corta duraci3n, es probable que conforme aumenten las temperaturas se produzcan m3s tormentas individuales intensas y menos tormentas d3biles.

De acuerdo con los an3lisis del IPCC (Barros, y otros, 2014), los cambios proyectados en las estad3sticas de los ciclones tropicales para el periodo 2081-2100, en el Golfo de M3xico, se espera un porcentaje de cambio que indica un menor n3mero de eventos, sin embargo; al analizar la frecuencia de los eventos con categor3a 4 y 5, el porcentaje en la estad3stica muestra un incremento del 50%, tambi3n muestra un ligero incremento porcentual en el valor medio de la intensidad m3xima y un incremento en la tasa de precipitaci3n en 200 km alrededor del centro de la tormenta para la intensidad m3xima de la tormenta.





**Figura IV. 52.** Cambios proyectados en las estad3sticas de los ciclones tropicales. IPCC (2014).

Por lo anterior, es muy posible que en la zona de estudio en los pr3ximos a3os se experimente un mayor n3mero de tormentas de categor3a 4 y 5, y menor n3mero de menor intensidad, por lo cual es importante considerar estos cambios en la planeaci3n de cualquier proyecto, para garantizar la funcionalidad de la playa posterior a los eventos.

Al respecto en el predio del proyecto el afloramiento rocoso representa una geoforma cuyo objetivo es el resguardar los ecosistemas tierra adentro. En este mismo sentido, el proyecto no implica la alteraci3n de esta geoforma.

#### **IV.5.5. Suelos**

El suelo es el resultado de la interacci3n de varios factores del medio ambiente, fundamentalmente: material parental; constituido por la roca madre de la cual se originan los suelos (geolog3a), relieve (geomorfolog3a), clima, actividad biol3gica y tiempo

Los suelos presentes en SAR-AE y el pol3gono del proyecto, derivan de las rocas calizas del Terciario y el Cuaternario, aunado al aporte deluvio-aluvial de sedimentos terr3genos, la depositaci3n de arenas biog3nicas y materia org3nica proveniente de la vegetaci3n de hidr3filas dieron origen a un mosaico ed3fico conformado por los siguientes tipos de suelo: arenosoles leptosoles y solonchak (Z), en la siguiente figura se muestra la distribuci3n de los tipos de suelo dentro de la microcuenca.

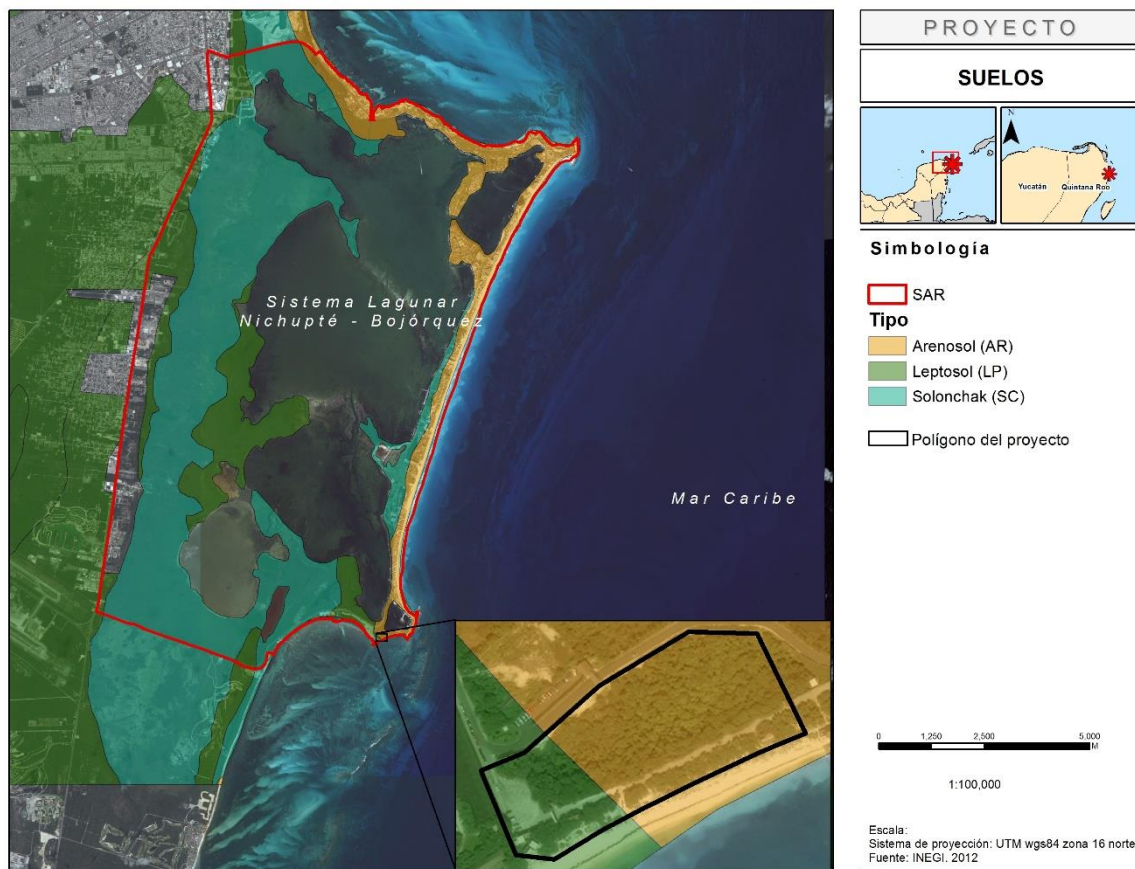
Los arenosoles del lat3n *arena*: arena. Literalmente, suelos arenosos que se localizan principalmente en zonas tropicales o templadas muy lluviosas del sureste de M3xico. La vegetaci3n que presentan es variable. Se caracterizan por ser de textura gruesa, con m3s de 65% de arena al menos en el primer metro de profundidad. En M3xico son muy escasos, y su presencia se limita principalmente a las llanuras y pantanos tabasque3os y del norte de Chiapas. Estos suelos tienen una alta permeabilidad pero muy baja capacidad para retener agua y almacenar nutrientes. La susceptibilidad a la erosi3n va de moderada a alta. Su s3mbolo es (Q).

Los leptosoles del griego "leptos" que significa delgado, haciendo alusi3n a su espesor reducido. Se caracterizan por su escasa profundidad (menor a 25 cm), El material original puede ser cualquiera tanto rocas como materiales no consolidados con menos del 10% de tierra fina. Estos tipos de suelo dominan la pen3nsula de Yucat3n, un territorio que emergi3 del fondo oce3nico en una fecha relativamente reciente, por lo que sus suelos no han tenido tiempo suficiente para desarrollarse.

El Solonchak, del ruso *sol*: sal. Literalmente suelos salinos; se presentan en zonas donde se acumula el salitre, tales como lagunas costeras y lechos de lagos, o en las partes m3s bajas de los valles y llanos de las regiones secas del pa3s. Tienen alto contenido de sales en todo o alguna parte del suelo. La vegetaci3n t3pica para este tipo de suelos es el pastizal u otras plantas que toleran el exceso de sal (hal3filas). Su empleo agr3cola se halla limitado a cultivos resistentes a sales o donde se ha disminuido la concentraci3n de salitre por medio del lavado del suelo. El solonchak se presenta en forma de una subunidad de suelo

(solonchak 3rtico (Zo)) y se distribuye en la mayor parte de las zonas susceptibles de inundaci3n dentro del SAR-AE y el pol3gono del proyecto.

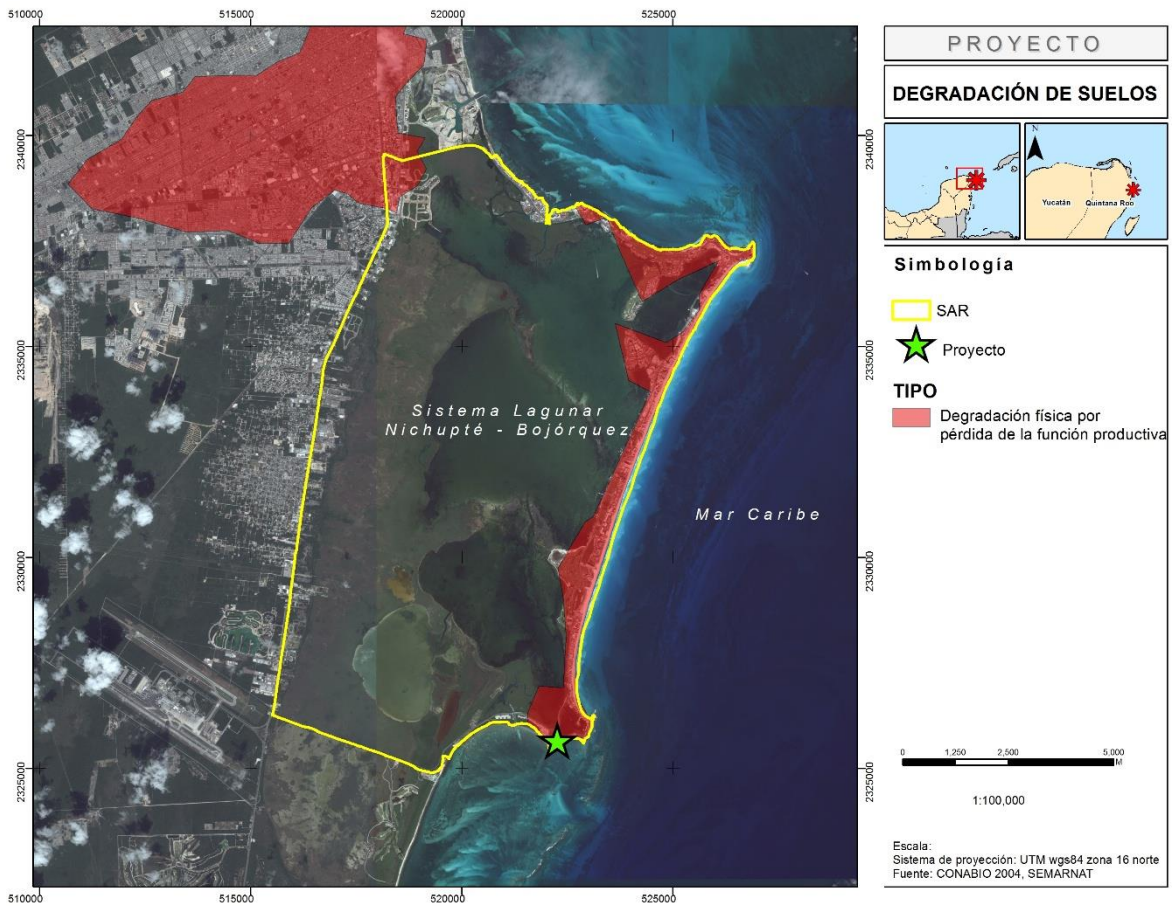
En un acercamiento al pol3gono del proyecto se registran dos tipos de suelo (ver la siguiente figura), el arenosol que ocupa una superficie total dentro del predio de 14320 m<sup>2</sup> (72.86%) y el solonchak 3rtico que abarca 5334 m<sup>2</sup> lo que representa el 27.13% de la superficie del pol3gono.



**Figura IV. 53.** Tipos de suelo dentro del pol3gono del proyecto.

### IV.5.5.1. Degradaci3n de suelos

Dentro del SAR-AE y el pol3gono del proyecto, se registra principalmente una degradaci3n del tipo f3sica por p3rdida de la funci3n productiva, a causa de la urbanizaci3n de la zona, a lo largo de la franja costera que representa los limites norte y este del SAR-AE, as3 como en el extremo noroeste, es en estas zonas donde se concentran la mayor cantidad de hoteles, centros comerciales, y 3reas de recreaci3n tur3stica (ver la siguiente figura).



**Figura IV. 54.** Degradaci3n del suelo presente en SAR-AE.

#### IV.5.5.2. Erosi3n de los suelos

La erosi3n incluye procesos en los cuales hay desplazamiento de material del suelo; la erosi3n h3drica se define como la remoci3n laminar o en masa de los materiales del suelo por medio de las corrientes de agua. Por acci3n de 3stas se puede deformar el terreno y originar cavernas y c3rcavas. En la erosi3n e3lica, el agente de cambio del terreno es el viento (SEMARNAT, 2012).

Con base en el estudio "Evaluaci3n de la degradaci3n del suelo causada por el hombre en la Rep3blica Mexicana", escala 1:250 000 realizado por la SEMARNAT y el Colegio de Posgraduados, la superficie en el SAR-AE y el pol3gono del proyecto no presenta una erosi3n h3drica aparente (v3ase la siguiente figura).

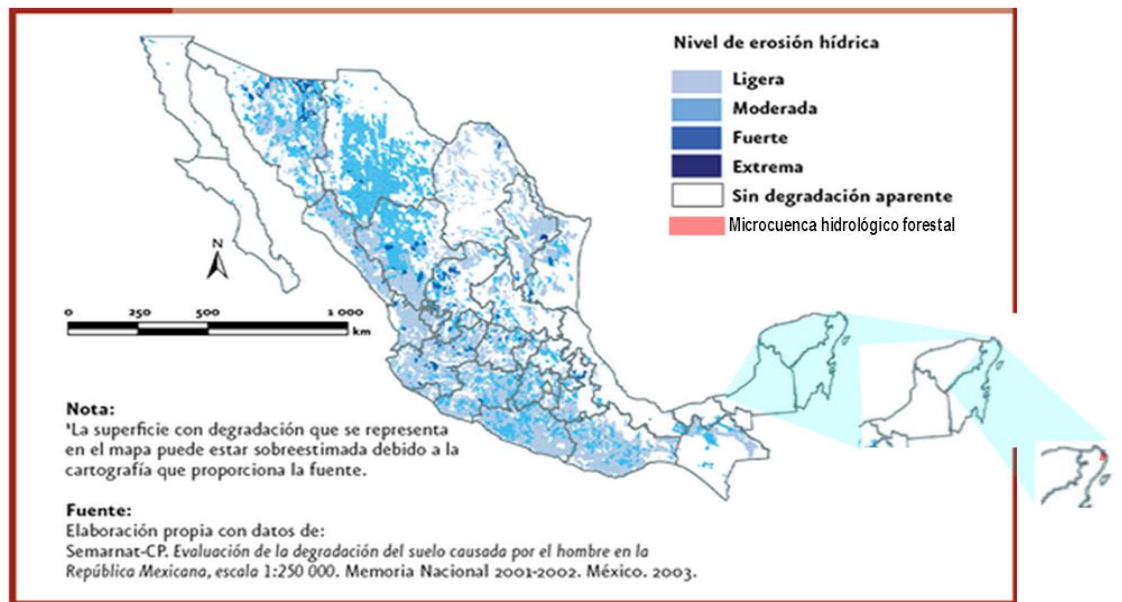
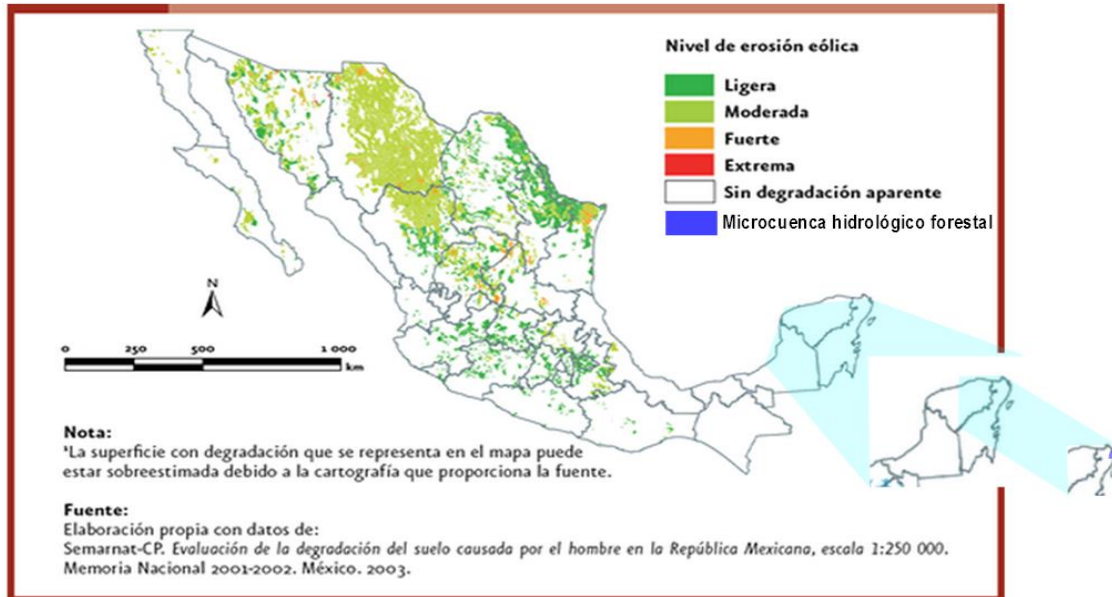


Figura IV. 55. Degradaci3n h3drica de suelos seg3n nivel en M3xico. Modificado de: SEMARNAT 2008.

En cuanto a la erosi3n e3lica en t3rminos generales se encuentra considerada sin degradaci3n aparente en la superficie del SAR-AE y pol3gono del proyecto (v3ase siguiente figura).





**Figura IV. 56.** Degradaci3n e3lica de suelos seg3n nivel. Tomado de: SEMARNAT 2008.

### IV.5.5.3. Estimaci3n de la erosi3n potencial actual

De forma previa a las actividades del proyecto considerando que el suelo tiene una cobertura vegetal, se obtiene una perdida inicial de suelo de 8.08 toneladas en la superficie del proyecto.

**Tabla IV. 3** C3lculo de la p3rdida de suelo sin proyecto.

| Tipo de suelo   | R           | K           | LS          | C    | P | A           | PROYECTO (Has) | TON/PROY           |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|------|---|-------------|----------------|--------------------|
| SOLONCHAK       | 356.3733239 | 0.03412124  | 1.245581929 | 0.13 | 1 | 1.968999647 | 0.5334         | 1.050264412        |
| ARENOSOL        | 356.3733239 | 0.085076313 | 1.245581929 | 0.13 | 1 | 4.909412248 | 1.4320         | 7.030278339        |
| <b>Totales=</b> |             |             |             |      |   |             | <b>1.9654</b>  | <b>8.080542751</b> |

De acuerdo a la clasificaci3n de la FAO-Unesco (1981) el volumen de suelo perdido (Ton/ha.a3o) actualmente puede considerarse nulo a ligero (Menor a 30 ton/ha.a3o).

**Tabla IV. 4** Clasificaci3n de clases de riesgo en p3rdida de suelo seg3n la FAO-UNESCO (1981).

| Clase de Riesgo | Rango de perdida      |
|-----------------|-----------------------|
| Nulo a Ligero   | menor a 30 t/ha.a3o   |
| Bajo            | 30-60 tn/ha.a3o       |
| Moderado        | 60-120 tn/ha.a3o      |
| Alto            | 120-360 tn/ha.a3o     |
| Muy Alto        | mayor a 360 tn/ha.a3o |

#### Estimaci3n de la erosi3n potencial con proyecto

Para la estimaci3n de la erosi3n potencial con proyecto se emplearon los valores R, K, LS, C y P que se mencionaron anteriormente, sin embargo para este caso el valor C, factor de cobertura, cambio de 0.13 en el caso de una cobertura vegetal, a 1 aplicable a un suelo completamente desnudo, en esta etapa la p3rdida de suelo sin acciones de control o cobertura es de 104.8598 toneladas por a3o para el 3rea del proyecto (ver Tabla IV. 5). Se consideraron 1.7365 ha que son las que quedar3n desnudas una vez se termine la etapa de preparaci3n del sitio debido a que ser3n removidas las zonas con vegetaci3n (1.5684 ha) y superficies sin vegetaci3n como infraestructuras y caminos de concreto (0.1681 ha). El resto de la superficie corresponde a matorral costero que no ser3 desmontado y a zonas rocosas (0.2289 ha).

**Tabla IV. 5.** C3lculo de valor A, p3rdida de suelo con proyecto.

| Tipo de suelo | R           | K           | LS          | C | P | A           | PROYECTO<br>(Has) | TON/PROY |
|---------------|-------------|-------------|-------------|---|---|-------------|-------------------|----------|
| SOLONCHAK     | 356.3733239 | 0.03412124  | 1.245581929 | 1 | 1 | 15.14615113 | 0.4355            | 6.5961   |
| ARENOSOL      | 356.3733239 | 0.085076313 | 1.245581929 | 1 | 2 | 75.5294192  | 1.3010            | 98.2637  |
|               |             |             |             |   |   | Totales     | 1.7365            | 104.8598 |



De acuerdo a la clasificaci3n de la FAO-Unesco (1981) el volumen de suelo perdido (Ton/ha.a3o) puede considerarse moderado (60-120 ton/ha.a3o).

Para la determinaci3n de la Erosi3n una vez realizadas las acciones de control de la erosi3n, pero considerando de forma primordial que el suelo ser3 cubierto principalmente por material cementante compactado y edificaciones, se estim3 el valor de la erosi3n con base en un factor C para una cobertura de piedra triturada a un volumen bajo de aplicaci3n en una pendiente menor al 16% seg3n la tabla revisada en el inciso d), resultando un valor de 0.05.

Las medidas de mitigaci3n que ser3n aplicadas durante la ejecuci3n del proyecto se muestran en la Tabla IV. 6.

**Tabla IV. 6.** Medidas de mitigaci3n durante la ejecuci3n del proyecto.

| <b>Medidas de mitigaci3n</b>  |
|---|
| El material producto del desmonte y despalme que se requiera ser3 recolectado, triturado y aprovechado para el mejoramiento de las 3reas verdes del Proyecto.   |
| Aplicaci3n de un Programa de Conservaci3n y Protecci3n de Suelos.   |
| Evitar que se realicen acciones de reparaci3n a la maquinaria o veh3culos dentro de las 3reas del proyecto.   |
| El manejo de residuos considera lo siguiente:<br>-Minimizaci3n: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitar al m3ximo excesos de materiales residuales con la planeaci3n y estimaci3n adecuada de las actividades y materiales requeridos para las diferentes etapas.</li> <li>• Capacitaci3n de personal para el manejo de residuos s3lidos urbanos y residuos peligrosos.</li> </ul>  |
| -Segregaci3n: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los residuos s3lidos urbanos se segregaran en org3nicos e inorg3nicos, los residuos peligrosos se segregaran con base en sus caracter3sticas de riesgo.</li> <li>• Todos los residuos se identificar3n de acuerdo a lo establecido en la legislaci3n aplicable.</li> </ul>   |
| -Embalaje, etiquetado y almacenamiento: <ul style="list-style-type: none"> <li>• En los frentes de trabajo existir3n contenedores adecuados para el acopio de residuos debidamente se3alados.</li> <li>• Se establecer3n 3reas de almacenamiento temporal de residuos s3lidos urbanos y residuos peligrosos. Dichas 3reas estar3n se3alizadas y se ubicaran en 3reas separadas de las 3reas de trabajo y almacenamiento de materiales minimizando los riesgos en caso de accidentes o derrames.</li> <li>• Durante la etapa de operaci3n y mantenimiento el lugar del centro de almacenamiento de los RSU y de manejo especial ser3 en las Subestaciones El3ctricas.</li> <li>• El material almacenado, ser3 desalojado para su tratamiento o disposici3n final, seg3n los</li> </ul> |

| Medidas de mitigaci3n   |  |
|---|--|
| estipule la legislaci3n aplicable.  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se llevar3 un control de entradas y salidas de los residuos.</li> <li>• Las 3reas de almacenamiento ser3n inspeccionadas de manera regular.</li> </ul> |  |
| -Transporte, tratamiento y disposici3n.   |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrataci3n de empresas autorizadas para el transporte, tratamiento, reciclaje y disposici3n final de los residuos.</li> </ul>                        |  |

Con base en esto la menor p3rdida de suelo por efecto de la erosi3n se da una vez que se han aplicado las medidas de mitigaci3n y el suelo ha sido cubierto, reduci3ndose a 3.33659 toneladas anuales en el 3rea predio, correspondientes a una p3rdida de 2.78639 toneladas al a3o en el afectada por el proyecto y 0.5502 toneladas al a3o en la zona de matorral costero que se mantendr3 sin afectaci3n, seg3n se muestra en las siguientes tablas (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Tabla IV. 7 y Tabla IV. 8).

**Tabla IV. 7** C3lculo de valor A, posterior a la construcci3n y cobertura del suelo (posterior a la construcci3n y cobertura del suelo seg3n el proyecto).

| Tipo de suelo | R      | K          | LS          | C    | P | A              | PROYECTO (Has) | VOL/PROY |
|---------------|--------|------------|-------------|------|---|----------------|----------------|----------|
| SOLONCHAK     | 0.325  | 0.24612496 | 1.245581929 | 0.05 | 1 | 0.757307557    | 0.4355         | 0.3298   |
| ARENOSOL      | 1.2701 | 2.39824788 | 1.245581929 | 0.05 | 1 | 1.88823548     | 1.3010         | 2.456594 |
|               |        |            |             |      |   | <b>Totales</b> | 1.7365         | 2.78639  |

**Tabla IV. 8.** C3lculo de valor A, en las zonas con vegetaci3n natural que no ser3n afectadas por el desarrollo del proyecto “Hotel Riviera Canc3n”.

| Tipo de suelo | R           | K           | LS          | C    | P | A           | PROYECTO (Has) | TON/PROY |
|---------------|-------------|-------------|-------------|------|---|-------------|----------------|----------|
| SOLONCHAK     | 356.3733239 | 0.03412124  | 1.245581929 | 0.13 | 1 | 1.968999647 | 0.1244         | 0.2449   |
| ARENOSOL      | 356.3733239 | 0.085076313 | 1.245581929 | 0.13 | 1 | 4.909412248 | 0.0622         | 0.3053   |
|               |             |             |             |      |   | Totales     | 0.1866         | 0.5502   |

Como puede observarse una vez que se han implementado las medidas de mitigaci3n y el proyecto se encuentra en su etapa final, la estimaci3n de la p3rdida anual de suelo se ve reducida, una vez que la estimaci3n dadas las condiciones actuales muestra una p3rdida de 8.080 toneladas anuales y con el proyecto en su etapa final de 3.33659 toneladas anuales. Estos valores se encuentran muy por debajo en el rango de las clases de riesgo en p3rdida de suelo, siendo de nulo a ligero al encontrarse dentro del rango menor a las 30 t/ha.año.

## **IV.5. HIDROLOGÍA**

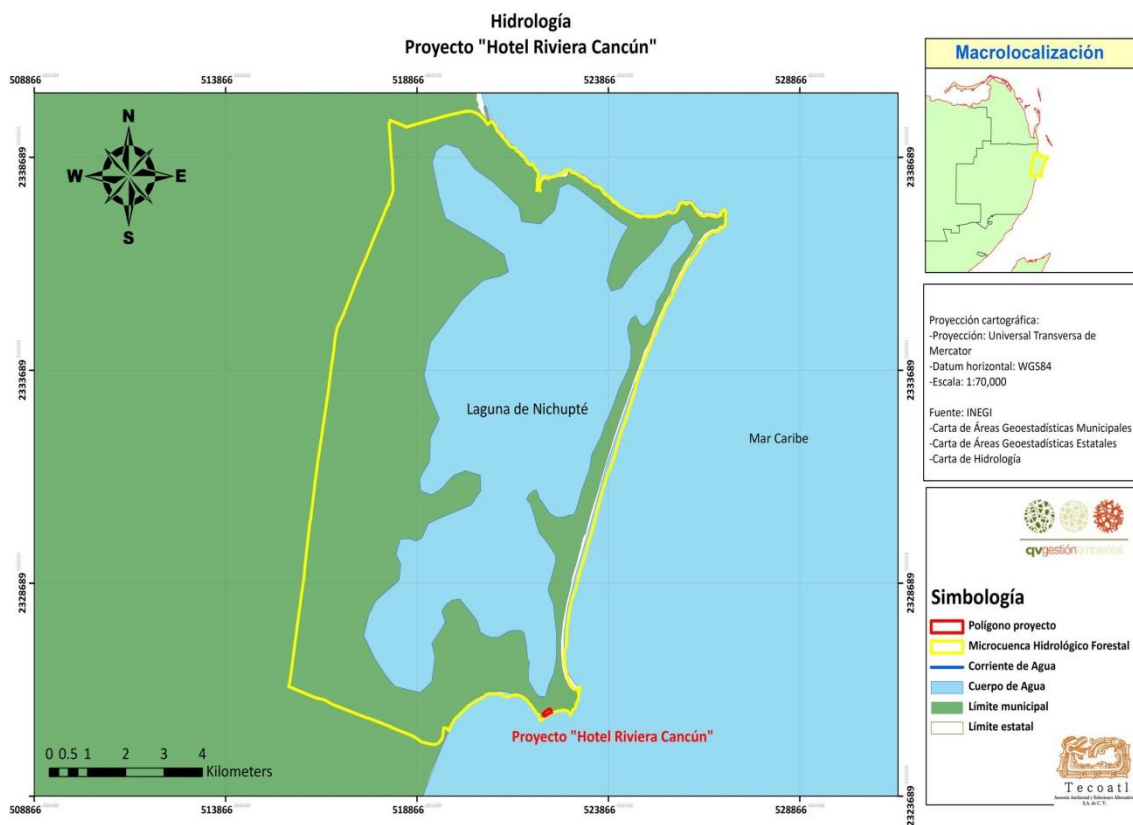
### **IV.6.1. Hidrología Superficial**

Tanto el SAR-AE como el polígono del proyecto se ubican en la Regi3n Hidrol3gica RH32 "Yucatán Norte", cuenca 32A Quintana Roo, que se caracteriza por un rango de escurrimiento de 0 a 5%, excepto en la franja costera que tienen escurrimientos desde 5 hasta 10% 3 10 a 20% debido a la presencia de arcillas y limos (INEGI, 2002).

El escaso relieve del terreno y su naturaleza pantanosa en la 3poca de inundaci3n, determina que no existan cauces definidos y los escurrimientos superficiales sean principalmente de tipo laminar; con excepci3n de algunas excavaciones realizadas que intentaron conformar canales para acceder al R3o Ingl3s, donde se observa un flujo superficial en sentido oeste-este al inicio de la temporada de lluvias.

En la zona que se encuentra sujeta a inundaciones, los valores se aproximan m3s a los de agua dulce; lo que determina la existencia de un mosaico de vegetaci3n que se relaciona con gradientes de salinidad. Asimismo, la fauna responde a estas condiciones hidrol3gicas y en la superficie terrestre del se encuentran desde organismos que indican condiciones de agua dulce hasta aquellos capaces de soportar ambientes netamente salinos.

Por 3ltimo, y considerando que la hidrodin3mica superficial es de tipo laminar, la existencia del Boulevard Kukulk3n genera un efecto de dique para el movimiento suroeste-noreste que es generado por la pendiente del terreno. Esta interrupci3n del flujo superficial debido a lo insuficiente de las alcantarillas genera un cambio en las condiciones del terreno, siendo visible que la inundaci3n perdura m3s tiempo en la zona que se encuentra al sur del Boulevard Kukulk3n.



**Figura IV. 57.** Hidrología de la microcuenca hidrol3gica forestal.

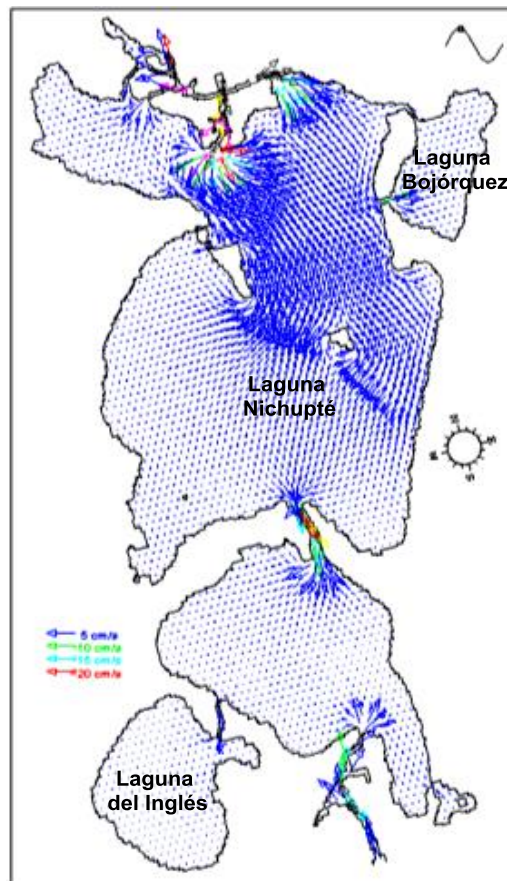
#### IV.6.1.1. Hidrodin3mica en el Sistema Lagunar Nichupt3-Boj3rquez

En el informe presentado por la CONABIO sobre la "Hidrodin3mica y transporte de contaminantes y sedimentos en el sistema lagunar Nichupt3-Boj3rquez, Canc3n, Quintana Roo, M3xico"(Carbajal, 2007), se analiz3 la circulaci3n de las corrientes al interior del

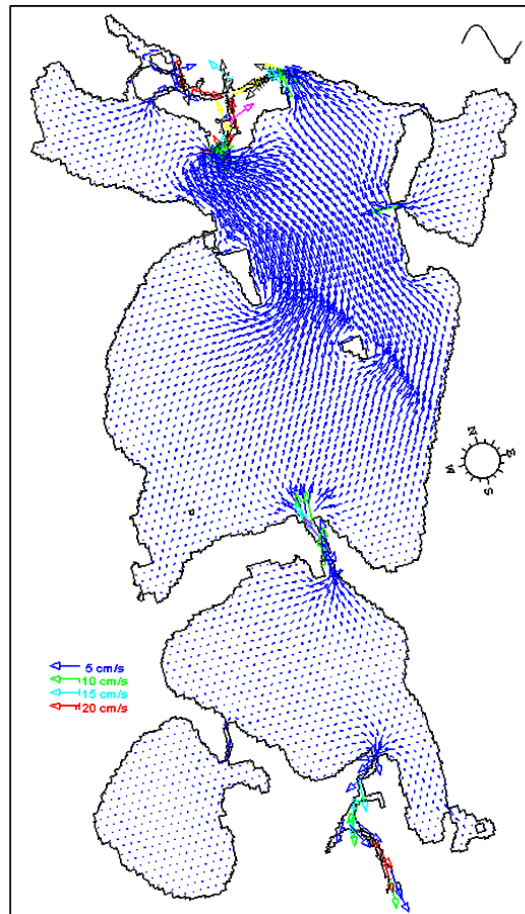
sistema lagunar mediante la implementaci3n de modelos num3ricos. Las caracter3sticas de la hidrodin3mica de acuerdo a este an3lisis fue la siguiente:

### ***Circulaci3n hidrodin3mica inducida por marea***

La laguna de Boj3rquez tiene poca capacidad de intercambio de aguas por la acci3n de mareas. La laguna del Ingl3s no tiene efectos por las mareas. La influencia de las mareas se presenta en la parte norte y central de la laguna de Nichupt3, sobre todo en las zonas donde se generan abanicos (al salir el agua de los canales). La acci3n de la marea por el canal de Punta Nizuc no afecta la parte sur de la laguna de Nichupt3. La zona somera en la parte central de Nichupt3 aten3a la capacidad de propagaci3n de la marea en el complejo lagunar (figuras 4.6 y 4.7).



**Figura IV. 58.** Circulaci3n por marea durante el periodo de flujo (transici3n de bajamar a pleamar) (Imagen tomada de Carbajal, 2007).



**Figura IV. 59.** Circulaci3n por marea durante el periodo de reflujo (transici3n de pleamar a bajamar) (Imagen tomada de Carbajal, 2007).

A pesar de las amplitudes relativamente peque1as en las bocas Canc3n y Punta Nizuc, las velocidades en los canales y en los abanicos alcanzan valores de hasta 0.20 m/s. La zona de acci3n de las mareas abarca la zona de los canales y buena parte de la laguna de Nichupt3. La barra somera que divide a la laguna de Nichupt3, pr3cticamente en dos cuerpos de agua, limita la din3mica de mareas en la parte sur. La influencia de las mareas en la boca Nizuc en el sur, se limita a la zona de los canales (figuras 1 y 2).

---

### *Circulación hidrodinámica inducida por viento*

La intensidad de vientos ocasiona corrientes importantes en el sistema lagunar. La circulación es del mismo orden en todo el sistema lagunar con magnitudes de velocidad del orden de 0.03 a 0.05 m/s.

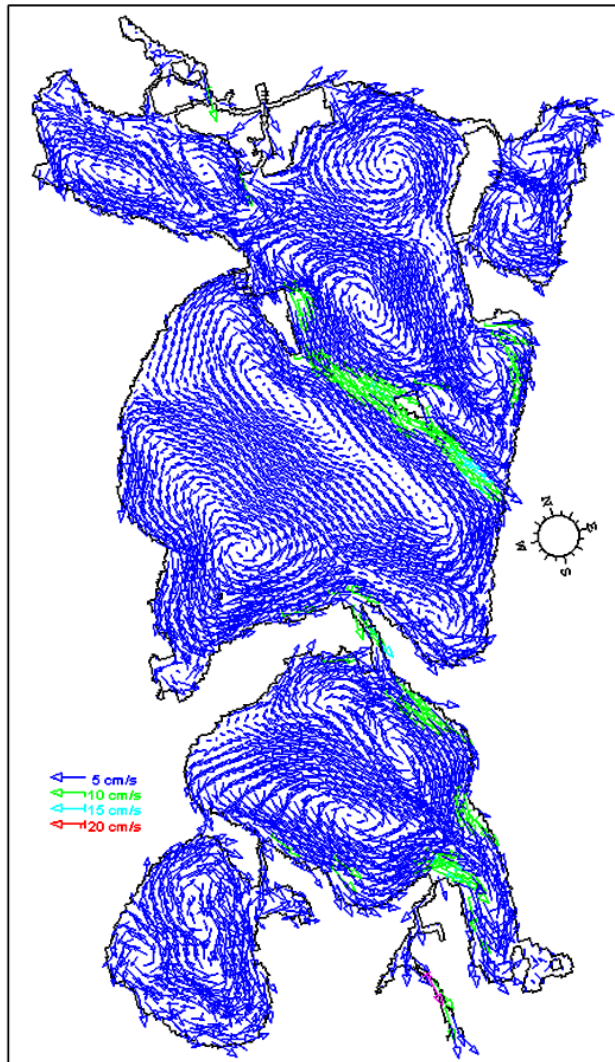
La circulación resultante por los vientos dominantes del norte, noreste y noroeste genera en cada cuerpo de agua del sistema lagunar dos giros o remolinos. En general, un criterio para entender la circulación resultante por un viento de una determinada dirección, considera que el flujo de agua será en la dirección del viento en las zonas más someras de los cuerpos de agua, y un reflujó, contrario a la dirección del viento, en las partes más profundas como se observa en las figuras 4.8 y 4.9. El giro con circulación ciclónica (contrario a las manecillas del reloj), ubicado en la parte norte de Nichupté con vientos provenientes del norte y noreste (figura 4.8), cambia de dirección (en el sentido de las manecillas del reloj) con un viento del noroeste (figura 4.9). Esto es muy importante para la resiliencia de sistema, además, los tiempos de residencias varían de una estación a otra, lo que indica lo sensible que pueden ser los sentidos de rotación de los giros a la dirección del viento.

Los cambios en el sentido de la rotación de los giros tienen indudablemente consecuencias en la capacidad de intercambio de agua entre las lagunas del sistema, así como, entre el sistema lagunar y el mar abierto. Puesto que el intercambio de aguas está ligado al transporte de materiales y sustancias, la circulación está relacionada con la capacidad de exportar sustancias contaminantes de un cuerpo de agua a otro o del sistema lagunar al mar abierto.

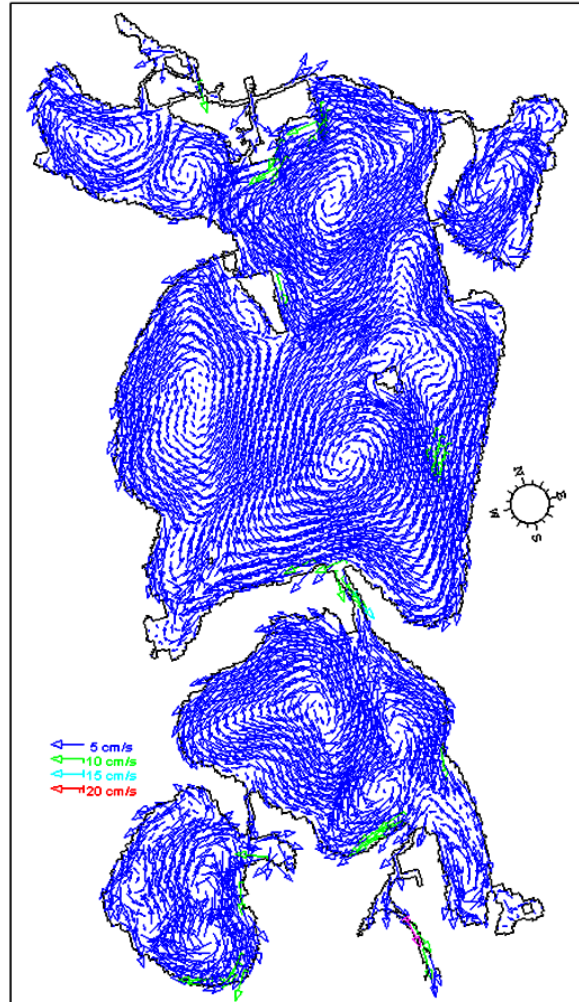
Puesto que, el viento en determinadas estaciones del año fluye predominantemente de cierta dirección, es natural que, en determinadas estaciones del año la circulación favorezca la eliminación de sustancias contaminantes del sistema lagunar de Nichupté-Bojórquez. Esto



es muy importante en la capacidad del sistema de renovarse y de que los tiempos de residencias var3en de una estaci3n a otra (Carbajal, 2007).



**Figura IV. 60.** Circulaci3n producida por vientos provenientes del noroeste y norte (imagen tomada de Carbajal, 2007).



**Figura IV. 61.** Circulaci3n producida por vientos provenientes del noreste (Imagen tomada de Carbajal, 2007).

#### IV.6.1.2. Calidad del agua en el Sistema Lagunar Nichupt3-Boj3rquez

En el estudio "Hidrodin3mica y Transporte de Contaminantes y Sedimentos en el Sistema Lagunar Nichupt3-Boj3rquez, Canc3n, Quintana Roo, M3xico"; realizado por la CONABIO en el a3o 2007, se mencionan las siguientes caracter3sticas para el Sistema Lagunar Nichupt3-Boj3rquez; las cuales determinan la hidrodin3mica de dicho sistema.

#### ***IV.1. Salinidad***

La distribución de salinidad refleja los diferentes aspectos que afectan la hidrografía del sistema lagunar. Se observa la influencia del agua del Mar Caribe a través de las altas salinidades en la zona norte que abarca una buena parte de los cuerpos de agua de Nichupté y Bojórquez.

En la región central de Nichupté se encuentra un fuerte gradiente de norte a sur de salinidad con valores que varían de 24 a 30 psu. En esta misma zona, en su parte sur, existe una franja de baja salinidad (24 a 24.8 psu) que colinda con manglares y con algunas zonas con aportes de agua más dulce. En el cuerpo de agua central existe un gradiente con dirección este-oeste con salinidades variando entre 21 y 24.8 psu. Las zonas con salinidad de 21 psu, ubicadas hacia el oeste del cuerpo de agua central, se deben principalmente a los aportes de agua menos salina provenientes de aguas subterráneas y aguas superficiales fluyendo desde tierra firme.

También se pueden observar ampliaciones de la zonas de canales en la parte norte, es decir en los alrededores de la boca Cancún y en la parte sur en los canales cercanos a punta Nizuc. La salinidad en los canales de la parte norte están altamente influenciados por el mar, los contenidos de sal son grandes en todos ellos. Por el contrario, se observa que el canal que conduce a punta Nizuc tiene salinidad baja, del orden de 23 psu, y en las cercanías del mar se eleva el valor de la salinidad. Esto indica que la influencia del mar a través de esta boca es menor que a través de la boca de Cancún en el norte.

#### ***IV.2. Temperatura***

En la parte central y norte del complejo lagunar, la temperatura en general varía entre 26 y 27.3°C. Se observa un lente de agua más caliente en la parte norte y noroeste de Nichupté. Los lentes de agua fría se encuentran en las inmediaciones de los canales que conducen a las bocas Cancún en el norte y punta Nizuc en el sur.

En general, debido a la radiación solar y a lo somero de los cuerpos de agua, la temperatura en el complejo lagunar de Nichupté–Bojórquez es siempre más alta que en el adyacente Mar Caribe. Estas altas temperaturas son, sin embargo, modificadas por dos procesos: 1) por agua fría proveniente de los manantiales subterráneos y 2) por el agua del Mar Caribe enfriada por la mezcla vertical y por surgencias asociadas al paso de frentes fríos.

#### ***IV.3. Oxígeno disuelto***

La concentración de oxígeno disuelto tiene valores típicos del mar abierto (11-12 mg/L) en la parte central y sur del complejo lagunar. Valores un poco más bajos se encuentran en la parte norte. Los valores de oxígeno disueltos más bajos se localizaron en un área adjunta a la barra donde se encuentra la zona hotelera y en la parte noroeste de la laguna donde hay gran influencia de la ciudad de Cancún. Los valores mínimos de oxígeno disuelto pueden ser asociados a materia orgánica en descomposición.

#### ***IV.4. pH***

El sistema lagunar es alcalino. Los valores del centro y sur del sistema son similares a los presentes en sistemas marinos. Los valores de pH un poco más bajos encontrados en la parte norte del sistema lagunar pueden ser asociados a aportes de aguas residuales, ya sean procedentes de la ciudad de Cancún en la parte noroeste o bien por la zona hotelera en el lado noreste.

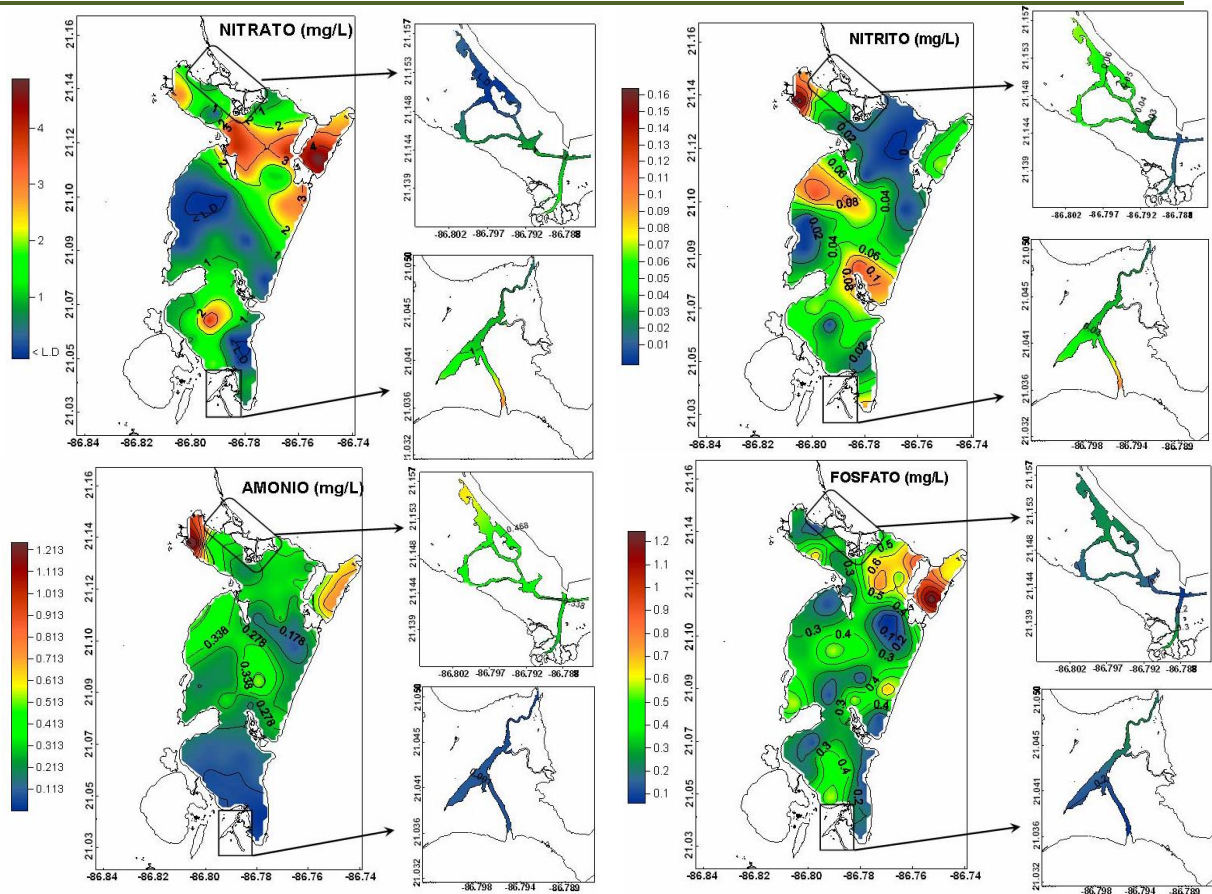
Ahora bien, considerando los estudios realizados por Carbajal (2006) y Herrera – Silveira (2006), para evaluar la calidad del agua en el sistema Nichupté – Bojórquez, con base a los parámetros de Nitrato, Nitrito, Amonio, Fosfato, silicatos y Clorofila, se encontró lo siguiente:

*Nitrato:* Se encontraron valores muy altos en la laguna de Boj3rquez al noreste del complejo lagunar, indicando la presencia de aguas residuales, ya que esta laguna recibe descargas de aguas residuales dom3sticas y de la industria hotelera.

*Nitrito:* Los valores de nitritos encontrados para las lagunas de Boj3rquez y Nichupt3, son elevados, evidenciando la influencia que tiene Boj3rquez sobre Nichupt3, respecto a la exportaci3n de contaminantes.

*Amonio:* Los valores encontrados para las lagunas de Nichupt3 y Boj3rquez fueron altos, esto est3 asociado a las descargas de aguas residuales dom3sticas y de los servicios tur3sticos.

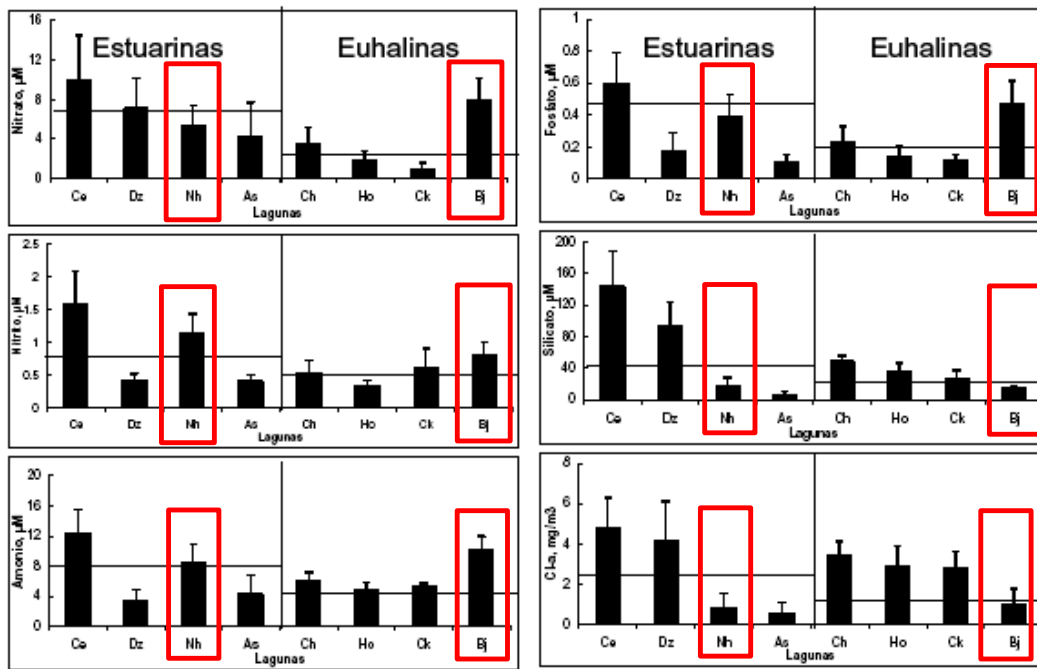
*Fosfato:* En las lagunas de Nichupt3 y Boj3rquez, los valores encontrados son altos. Estos resultados sugieren que las fuentes del fosfato son ex3genas, ya que, provienen de aguas residuales dom3sticas y de la infraestructura tur3stica.



**Figura IV. 62.** Distribuci3n de las concentraciones de nitratos, nitritos, amonio y fosfatos en el sistema lagunar Nichupt3-Boj3rquez (Tomada de Carbajal, 2006).

*Silicato:* La laguna de Boj3rquez present3 concentraciones menores al valor de referencia (11  $\mu\text{M}$ ) utilizado en el estudio de Herrera-Silveira (2006).

*Clorofila a.* Las lagunas Boj3rquez y Nichupt3 presentaron concentraciones medias de Cl-a mayores al valor de referencia (0,96 y 0,8  $\text{mg}/\text{m}^3$ , respectivamente), sugiriendo que se encuentran en proceso de eutrofizaci3n, y que de acuerdo a sus concentraciones de nutrientes este tiene su origen en las actividades humanas que se llevan a cabo en sus alrededores, por lo que es una eutrofizaci3n de tipo cultural.



**Figura IV. 63.** Concentración media de nitratos, nitritos, amonio, fosfatos, silicatos y Clorofila a, en el sistema lagunar Nichupté-Bojórquez. En recuadros rojos están señaladas las lagunas de Nichupté (Nh) y Bojórquez (Bj). (Tomada de Herreira-Silveira, 2006).

En general, las lagunas de Nichupté y Bojórquez presentan condiciones de eutrofización, siendo de origen antropogénico considerándose como un estado de salud malo.

#### IV.6.2. Hidrología Subterránea

Con la finalidad de determinar el comportamiento hidrodinámico del acuífero que subyace la costa este del estado, ampliando así el conocimiento sobre sus propiedades intrínsecas se llevó a cabo un estudio geohidrológico de caracterización y cuantificación hidrológica y geohidrológica a nivel del SAR y del predio. Para ello se realizaron técnicas de prospección geológica e hidrogeológica.

Dentro de los anexos se incluye el estudio geohidrológico de caracterización y cuantificación hidrológica y geohidrológica, en donde se explica de forma amplia y



detalladamente la metodología, el procedimiento y los indicadores que sirvieron de base para obtener el modelo del funcionamiento.

#### **IV.6.2.1. Aporte hidráulico y dirección del flujo regional**

Las fluctuaciones estacionales muestran que el nivel del agua asciende hacia la temporada de lluvias (Octubre y Noviembre) y desciende en los meses de sequía (Julio y Agosto).

Con la finalidad de poder determinar el potencial hidráulico de cada punto de estudio, el nivel estático fue referido al nivel medio del mar. Se observa que los puntos con mayor carga hidráulica se encuentran en el Tintal-Punta Laguna (Cerca de Nuevo Xcan) y van disminuyendo hacia la costa en donde se registran hasta 0.90 m por encima del nivel medio del mar; a excepción de la zona costera central cerca de Puerto Aventuras en donde se alcanzan alturas de 1 msnm. A su vez se observa una disminución en el potencial hidráulico en dirección hacia Coba y Héroes de Nacozari. El comportamiento estacional de la zona de estudio es similar en la temporada de lluvias y sequías; con ligeras deformaciones en las equipotenciales generadas; sin embargo, se mantiene la dirección preferencial hacia Coba, y en la costa se mantiene el comportamiento irregular del potencial hidráulico en la zona costera central cercana a Puerto Aventuras.

Se puede definir un flujo principal que va de la zona del Tintal, Naranja hacia Punta Laguna controlado por el fallamiento principal NE-SW; este flujo es afectado por un patrón de fracturamiento secundario NW-SE alcanzando la línea de costa entre Akumal y Xel Ha, donde se registran grandes descargas de agua subterránea. Otra zona de descarga importante se encuentra entre Playa del Carmen y Playa Paraíso (Ver la siguiente figura).

Este comportamiento es estable en tiempo; es decir, el flujo de agua subterránea se comporta de manera similar en temporada de sequías y de lluvias.

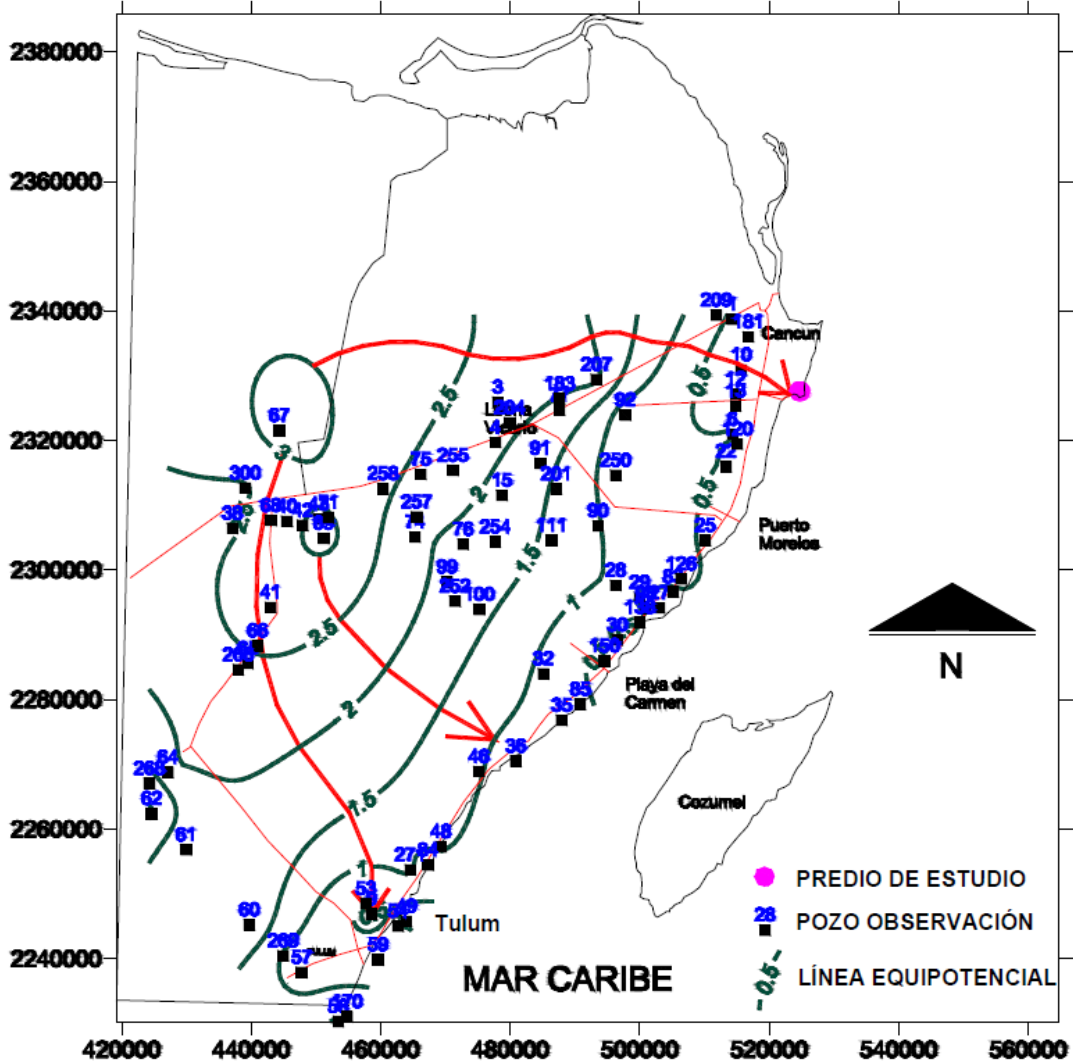


Figura IV. 64. Mapa de equipotenciales del estado de Quintana Roo, 1990. Reproducido de EXICO S.A.

Particularmente, se observa que el flujo subterráneo de descarga hacia la zona costera que se encuentra entre Canc3n y Puerto Morelos proviene de la zona de Central Vallarta y hacia el Oeste desde Nuevo Xcan; siguiendo el patr3n de fracturamiento mencionado con anterioridad (NW-SE). En esta zona la descarga de agua subterránea se observa perpendicular a la línea de costa. Por otro lado, una zona importante de confluencia de flujo subterráneo es entre Akumal y Tulum; la red de flujo muestra que el flujo subterráneo regional se mueve en direcci3n a Puerto Aventuras y luego tiende a ser

---

paralelo a la costa; descargando una parte hacia Playa del Carmen y Playa Paraíso y otra hacia la zona de descarga entre Akumal y Tulum.

El gradiente hidráulico para los tramos Tintal-Coba es de  $4.5 \times 10^{-5}$  en promedio; mayor que el observado en el tramo Tintal-Playa del Carmen que es de  $5.7 \times 10^{-5}$  en promedio. El estudio de EXICO S.A. indica que *“el gradiente hidráulico es prácticamente igual durante todo el período, manifestándonos que la permeabilidad del acuífero es extremadamente grande y ligeramente menor en dirección NW-SE, así como la poca capacidad de retención del acuífero.”*

El comportamiento Geo hidrológico regional del acuífero de Quintana Roo descrito por la compañía EXYCO S. A. sugiere que la recarga subterránea del acuífero se da al Oeste del estado de Quintana Roo (El Tintal, Punta Laguna); esta recarga viaja hacia las costas siguiendo el patrón principal NE-SW de fracturamiento (y el patrón secundario de fracturamiento NW-SE en las cercanías con la costa); dado que las zonas de recarga se manifiestan en las aguas subterráneas a través de los niveles piezómetros más elevados que otras zonas y con menores concentraciones de salinidad en una misma formación geológica.

A su vez el estudio de EXYCO S. A. menciona en la pagina 21: *“Las mayores fluctuaciones (del nivel freático) se definen en el área de Nuevo Xcán-Punta Laguna con valores de 20 a 66 cm, asociada a la principal zona de recarga; en el área del Tintal-H. de Nacozeni-C. Vallarta las variaciones son entre 13 y 18 cm; mientras que para la porción de Leona Vicario-Zona de Captación las fluctuaciones son entre 14 y 39 cm, siendo muy similares a la porción Costera Sur, la cual tiene valores de evolución entre 19 y 34 cm y de 19 a 56 cm en la costa norte. Las menores variaciones se presentan en el área de Cobá-Macario Gómez con valores de 7 a 13 cm, producto del control estructural del flujo en esa dirección, así como de la alta transmisividad y poca retención del acuífero.”*

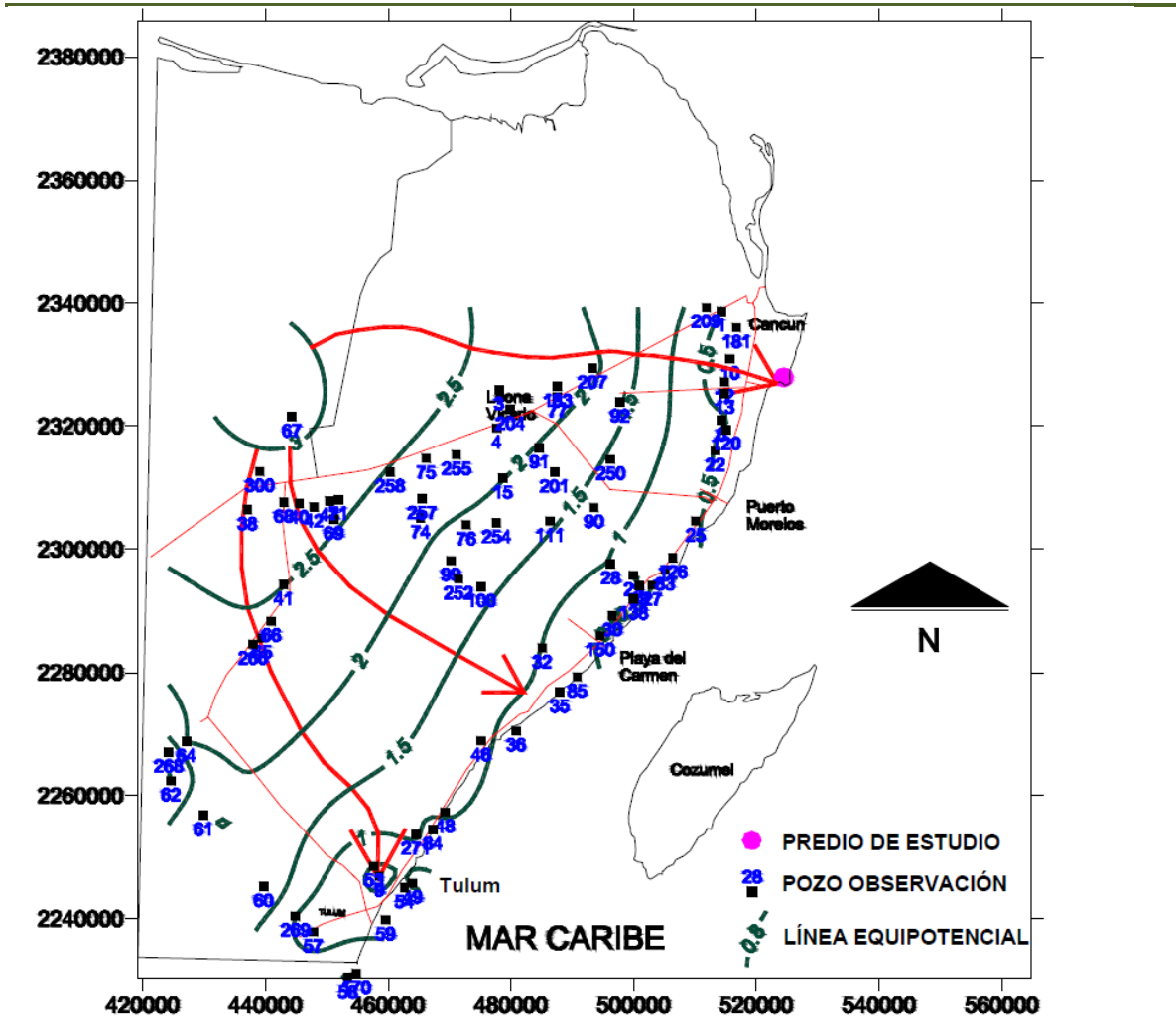


Figura IV. 65. Mapa de equipotenciales del estado de Quintana Roo, enero 1991. Reproducido de EXICO S.A.

#### IV.6.2.2. Geoqu3mica regional

Debido al origen c3rstico del 3rea de estudio; la hidrogeoqu3mica est3 definida por la disoluci3n de las rocas carbonatadas presentes, el contenido i3nico del agua subterr3nea y los tipos de agua.

Para la zona de estudio se identificaron cinco grupos de agua:

- Tipo I. Pertenece al grupo de aguas bicarbonatadas-c3lcicas representativas de 3reas de recarga e incipiente circulaci3n, asociadas a las 3reas de **Nuevo Xcan, Leona Vicario y Tres Reyes**.
- Tipo II. Representa aguas con procesos de disoluci3n de rocas; generalmente llamadas mezclas o aguas mixtas; estas son representativas del 3rea de **Cob3, Macario G3mez y H3roes de Nacozari**, tambi3n se pueden mencionar **Central Vallarta, y la zona de captaci3n de Canc3n**.
- Tipo III. Pertenece a aguas con bajas y altas concentraciones de s3lidos totales disueltos, identificado por procesos de incipiente circulaci3n y aguas de reciente infiltraci3n; representado por el **acu3fero costero norte** (Canc3n), formado en su mayor3a por acu3feros colgados.
- Tipo IV. Este tipo de aguas est3 asociado a aguas salobres y salinas con mezcla de agua oce3nica y descargas costeras. Esta agua son representativas de la **zona costera norte, centro y sur** (desde Puerto Morelos hacia Tulum).

La caracterizaci3n hidrogeoqu3mica del estudio de EXYCO S. A. nuevamente hace menci3n de que la recarga del acu3fero regional se encuentra en la zona con agua Tipo I; ubicadas en Nuevo Xcan y Tres Reyes; durante su viaje hacia zonas como Caba, Macario G3mez Central Vallarta y el acu3fero medio de la zona de captaci3n de Canc3n se disuelven elementos de la roca (Agua Tipo II); finalmente en su viaje hacia la costa se mezclan con el

---

agua marina adquiriendo cloruros y sodio (Agua Tipo IV). Por otro lado, nuevamente se hace una distinción hacia la zona costera norte del estado de Quintana Roo; en esta el agua de Tipo III es agua que precipita en esta zona de estudio y su viaje 3nicamente est3 relacionado con la disoluci3n de elementos de la unidad hidrogeol3gica que forma ac3iferos colgados y su cercan3a con el mar.

A detalle se puede mencionar que la zona de Coba-Tres Reyes manifiesta una reacci3n de aguas de reciente infiltraci3n a mezcla con disoluci3n de yesos.

- La zona de captaci3n de Canc3n es un agua que evoluciona de mixta de circulaci3n a agua con influencia marina.
- La zona de Nuevo Xcan muestra una evoluci3n de agua de reciente infiltraci3n a incipiente disoluci3n de Yesos y mezcla.
- La zona de Leona Vicario tiene una evoluci3n de agua de reciente infiltraci3n a agua de mezcla e influencia marina.
- La zona costera sur indica una trayectoria de agua salobre a agua con influencia netamente marina.

En resumen los principales procesos hidrogeoqu3micos que se manifiestan en el 3rea de estudio son: la diluci3n, disoluci3n y mezcla de aguas.

Con respecto a la calidad del agua se puede mencionar que la temporada de estiaje se manifiesta en forma general desde el mes de noviembre hasta mayo y las lluvias durante el per3odo de mayo-noviembre, expresando las mayores concentraciones de S. D. T. en la parte superior del ac3ifero en el mes de noviembre, siendo muy similar sus concentraciones al mes de mayo.

El ac3ifero se manifiesta en su per3odo m3s cr3tico, agua de buena calidad en la regi3n de Santo Domingo a 45 Km. de la l3nea costera, as3 como agua de moderada calidad con valores menores a 1500 micromhos/cm en la mayor porci3n del 3rea, present3ndose en el sur de la regi3n a unos 33 Km. de la l3nea de costa perpendicular a 3sta, disminuyendo su

distancia a la l3nea de costa a la altura de Paamul a 20 Km., y llegando a acuñarse hasta los alrededores de Puerto Morelos en donde se encuentra a unos 6 Km. de la costa. Es importante destacar que existe una franca entrada de agua oce3nica en la porci3n sur del 3rea representada por la curva de 4000 micromhos/cm, entre las poblaciones de Tulum y Paamul, logrando internarse hasta 24 Km. hacia el continente entre los atractivos tur3sticos XelHa y Xpu Ha. En los alrededores de Punta Bete tambi3n se manifiesta una pequeña zona de con entrada de agua de mar."

Lo citado anteriormente sugiere que el acuífero presenta diluci3n durante la temporada de lluvias y concentraci3n durante las sequias, todo relacionado directamente con la precipitaci3n de los meses de junio y julio, ayudando a la recuperaci3n del acuífero e incrementando el flujo lateral y la diluci3n a profundidad.

Los mayores espesores de agua dulce se presentan durante el mes de julio y los menores en noviembre; estos espesores de agua dulce est3n relacionados con las zonas de recarga, se manifiestan en las 3reas de Valladolid-Nuevo Xcan, as3 como tambi3n en las regiones de Leona Vicario-H3roes de Nacozeni.

### **Modelo geoelectrico del SAR**

Con la finalidad de conocer las caracter3sticas del subsuelo, los rasgos y anomal3as, se realizaron una serie de tomograf3as el3ctricas y sondeos en las inmediaciones del 3rea de estudio.

Los resultados derivados de cada una de las tomograf3as y de los sondeos se mencionan a continuaci3n:

#### **Tomograf3a El3ctrica TRE-1**

La tomograf3a TRE-1, se localiza en el l3mite sur del predio, con una orientaci3n NE paralela a la l3nea de costa y con una longitud de 213 m. En la tomograf3a se puede observar una



unidad de muy baja resistividad con valores entre 1 y 3 Ohm\*m (U1 y U2a) asociada a la presencia de materiales granulares con abundante agua salada y con un espesor de 40 m aproximadamente. Se observan algunos elementos inmersos en esta zona con resistividades el3ctricas mayores con valores entre 7 y 20 Ohm\*m (U2b) localizadas entre 10 m y 20 m de profundidad, asociados a la presencia de cavidades y/o posibles descargas subterre3neas de agua de mezcla. Condiciones similares a las anteriores (U2b) se observan a partir de los 40 m y est3n asociadas a la presencia de roca fracturada o con rasgos de disoluci3n por donde circula agua continental (U3)

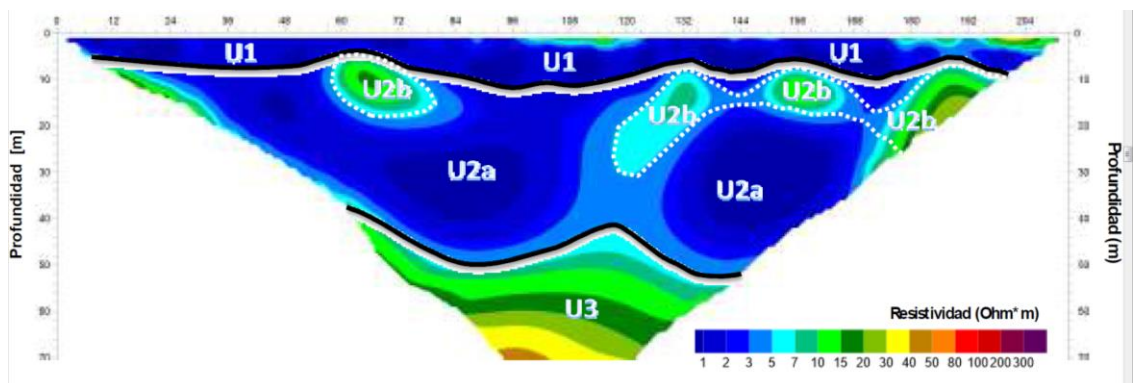


Figura IV. 66. Tomografía El3ctrica de la TRE-1

### Tomografía El3ctrica TRE-2

La tomografía TRE-2, se localiza en el l3mite norte del predio, con una orientaci3n NE paralela a la l3nea de costa y con una longitud de 213 m. En la tomografía se puede observar una unidad de baja resistividad con valores entre 1 y 3 Ohm\*m (U1 y U2a) asociada a la presencia de materiales granulares con abundante agua salada y con un espesor entre 35 m y 50 m aproximadamente con el mayor hacia el SW. Se observan algunos elementos inmersos en esta zona con resistividades el3ctricas mayores con valores entre 7 y 20 Ohm\*m (U2b) localizadas desde la superficie hasta los 20 m de profundidad, asociados a la presencia de cavidades y/o agua acumulada o de reciente

infiltraci3n. A partir del cadenamiento de 156 m se observa una zona de resistividades mayores con un espesor de 10 m asociada a la presencia de una costra calc3rea (caliche o laja) compacta. Condiciones similares a las anteriores (U2a) se observan por debajo de esta unidad y est3n asociadas a la presencia de roca fracturada o con rasgos de disoluci3n por donde circula agua continental.

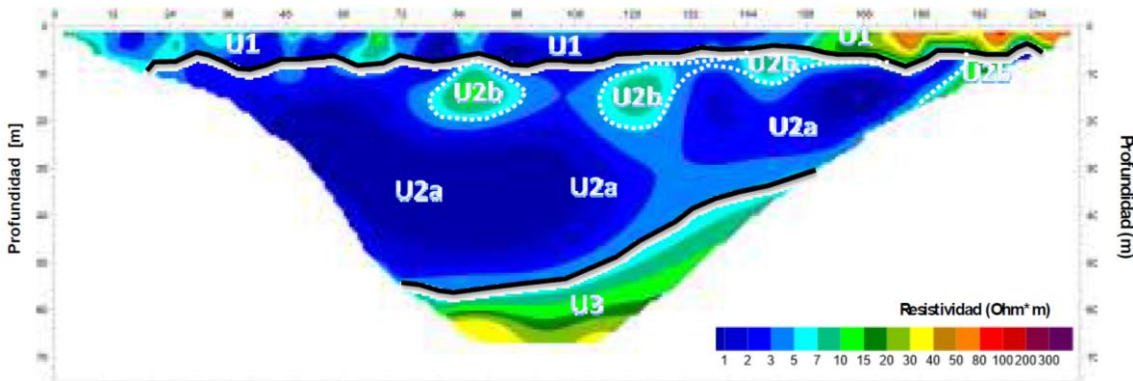


Figura IV. 67. Tomograf3a El3ctrica de la TRE-2

#### Tomograf3a El3ctrica L-4

El perfil geo el3ctrico S-3 es una correlaci3n de los sondeos SEV-2, SEV-1, SEV-3 y SEV-4 realizados en el a3o de 2007 y de los TCK-5 y TCK-2 y se orienta en direcci3n NW- SE perpendicular a la l3nea de costa. En la secci3n se puede observar primeramente una unidad de altas resistividades (U1) con valores entre 20 y 80 Ohm\*m y con un espesor entre 5 y 10 m asociado a la presencia de material compacto de relleno y costra calc3rea laja o caliche, hacia la costa reduce considerablemente la resistividad por la presencia de la cuna de agua salada.

Similares condiciones se encuentran a profundidad con valores entre 1 y 5 Ohm\*m asociados a la presencia de materiales con diversos grados de carsticidad con abundante agua salada de origen marino.

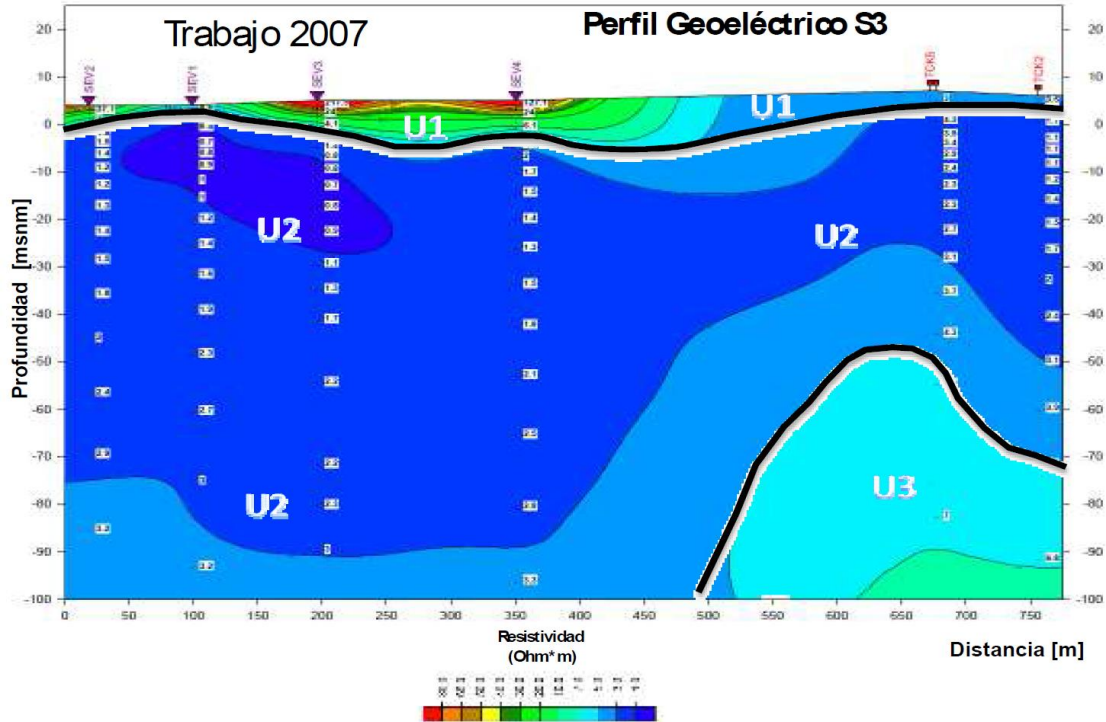


Figura IV. 68. Perfil geoelectrico S-3

#### IV.6.2.3. Secuencia estratigráfica de la zona de estudio

La secuencia estratigráfica muestra la siguiente configuración:

El área de estudio está conformada por un cordón de afloramiento rocoso y arenas de litoral con espesores entre 8 y 5 m, respectivamente. El afloramiento rocoso está constituido por oolitas con algunos corales. Por debajo de las arenas se identificó una unidad de arenas calcáreas o calcarenitas de color beige con presencia de fósiles y lentes de caliza recristalizada, con espesores entre 3 y 6 m.

Subyaciendo a las calcarenitas se identificó una unidad de calizas arrecifales con abundantes huellas de disolución formando pequeñas discontinuidades en la roca. No se

identificaron zonas con discontinuidades importantes que formen grandes cavidades sin embargo hidrol3gicamente la unidad de calizas arrecifales identificadas entre los 9 m y 12 m a partir del terreno natural presentan buenas condiciones de permeabilidad para el libre flujo de agua subterranea del continente as3 como de intrusi3n marina (ver la siguiente figura).



Figura IV. 69. Cortes litol3gicos de los barrenos exploratorios.

#### IV.6.2.4. Calidad del agua subterranea

Con la finalidad de conocer las caracter3sticas fisicoqu3micas del agua subterranea en el 3rea de estudio se corrieron perfiles de temperatura, conductividad el3ctrica, solidos totales disueltos y ox3geno disuelto, en los barrenos exploratorios localizados dentro del predio del proyecto, para lo cual se utiliz3 una sonda multiparam3trica Quanta-Hydrolab; los perfiles se realizaron los d3as 7 y 8 de julio del 2015. Con esta informaci3n se graficaron los valores de los par3metros contra la profundidad en el ac3ifero, con respecto al nivel medio del mar.

Los resultados se indican a continuaci3n:

## Temperatura

La temperatura en el predio del proyecto, a nivel fre3tico vario entre 30.20 y 31.60 °C; la mayor en el MZ-2 y la menor en el MZ-1, estos valores est3n influenciados por las condiciones atmosf3ricas del sitio. Conforme se profundiza en el acuífero la temperatura decrece de forma gradual hasta una profundidad de -10.5 m para el NZ-1 y 3 mientras que para el NZ-2 hasta los -15.5 m con valores de 27.88 °C, 28.52 °C y 28.91 °C respectivamente. A partir de ah3 el par3metro se incrementa con un valor final de 29.54°C medido en el barreno NZ-2.

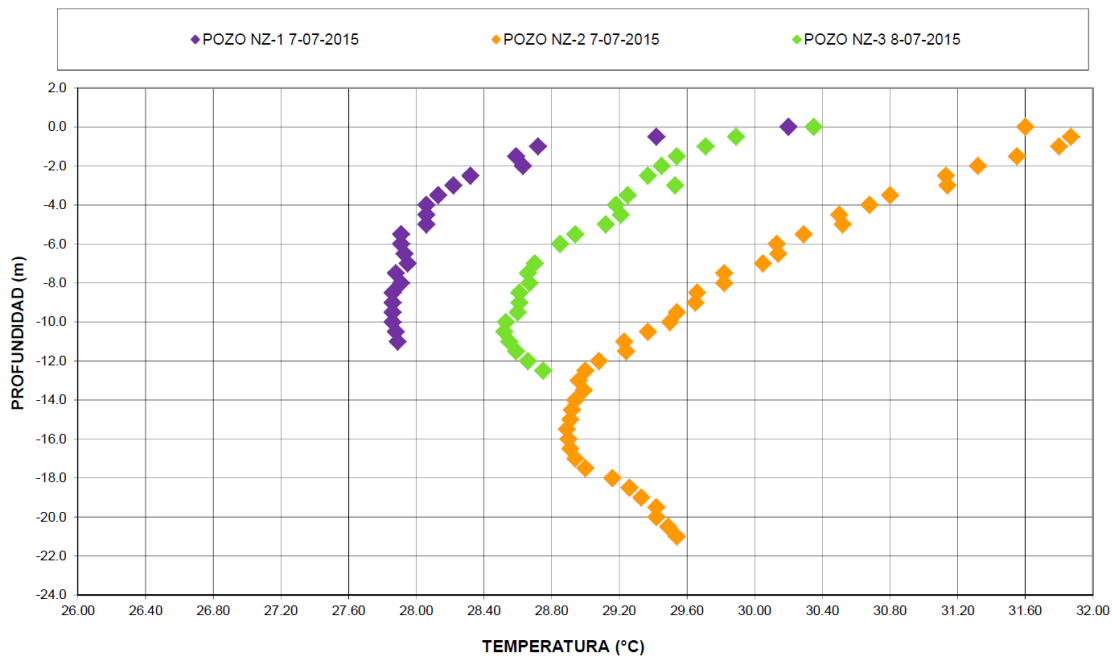
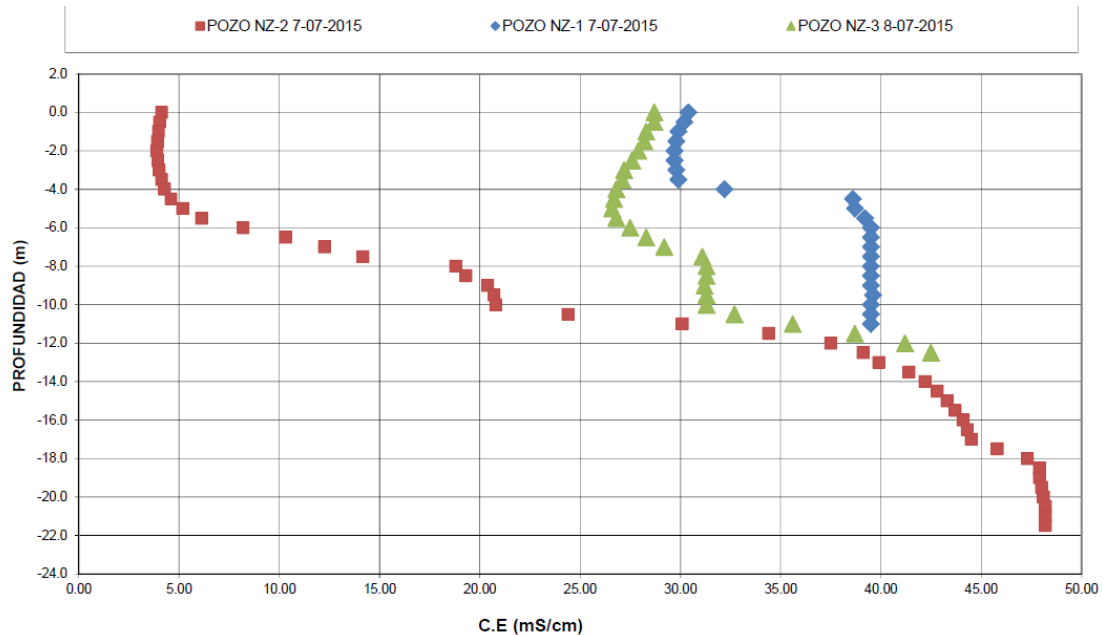


Figura IV. 70. Perfiles comparativos de temperatura.

## Conductividad el3ctrica

La conductividad el3ctrica en el predio del proyecto presenta valores a nivel fre3tico entre 4130 y 30400  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , mayor en el NZ-1 y menor en el NZ-2. Conforme se profundiza en el acuífero la conductividad el3ctrica permanece con ligeras variaciones hasta la cota de -4 m

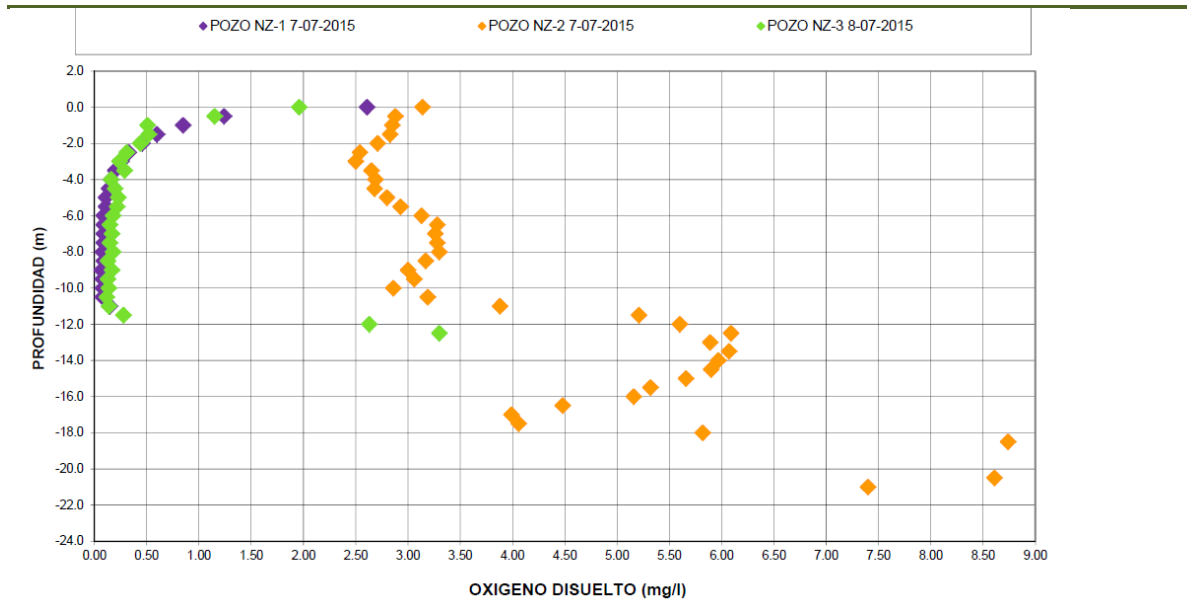
en donde inicia un incremento por la influencia de la interface salina, hasta un valor final de 48200  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . El techo de la interface salina se ubic3 en el NZ-2 a 10.5 m



**Figura IV. 71.** Perfiles comparativos de conductividad el3ctrica.

### Ox3geno disuelto

El ox3geno disuelto en el acuífero del 3rea de estudio, mantiene valores a nivel fre3tico entre 1.96 y 3.14 mg/l. conforme se profundiza en el acuífero, el ox3geno disuelto decrece en los barrenos NZ-1 y 3 hasta una profundidad de -10.5 m con valores del orden de 0.12 mg/l, mientras que en el NZ-2, el par3metro a profundidad permanece con ligeras variaciones hasta los -10 m con un valor de 2.86 mg/l. A partir de ah3 el ox3geno disuelto se incrementa en todos los puntos por influencia directa de la interface salina con un valor m3ximo en el NZ-2 de 8.74 mg/l a los -18.5 m.



**Figura IV. 72.** Perfiles comparativos de oxígeno disuelto.

#### IV.6.2.5. Balance hidrol3gico Regional y Local

Se analiza la disponibilidad de agua a nivel regional considerando el dominio definido por el an3lisis superficial, con la informaci3n generado por EXYCO en 1991 y a nivel local considerando la superficie del predio del proyecto, utilizando los datos oficiales publicados por INEGI y CONABIO.

Para el Balance Hidrol3gico Regional se tiene que el SAR y 3rea de estudio considera la informaci3n geohidrol3gica regional y define que el acuífero a analizar esta en la estructura denominada Depresi3n Costera Sur seg3n EXYCO, 1991. El polígono se define en base a las estructuras y fallas geol3gicas detectadas y la red de flujo subterráneo regional definida en dicho estudio. El 3rea que ocupa el SAR es de 187 572 550 m<sup>2</sup> y est3 delimitado en la zona achurada en amarillo. Se toma como limites una equipotencial de 0.50 msnm (la m3s cercana a la costa) y aguas abajo el l3mite de la costa con el mar. Se considera este criterio ya que se debe incluir el efecto del acuífero regional. Para el



análisis hidrológico se considera una cuenca hidrológica con conexión subterránea por lo que es importante definir los volúmenes de entrada y salida del agua subterránea al SAR y área de estudio.

De acuerdo con el estudio de geohidrológico (ver Anexos), es posible asumir que sin considerar el efecto antropogénico como extracciones en el acuífero regional, el sistema tiene una disponibilidad de agua dulce-salobre de 3, 354 m<sup>3</sup>/día. No se tiene conocimiento de alguna zona de extracción cercana; sin embargo, en la periferia existen varios complejos hoteleros funcionando, lo que implica que el esfuerzo hidrológico está aplicado a un sistema ajeno al SAR del proyecto.

El balance es positivo y muestra una disponibilidad de agua de 105 m<sup>3</sup>/día; sin embargo este balance incluye únicamente el agua dulce del predio despreciando el agua salobre y el acuífero de agua marina. Por otro lado, en este balance no se ha considerado que existan extracciones cercanas y se ha observado que el patrón de flujo subterránea está influenciado por extracciones cercanas al predio; esto es importante, ya que significa que la influencia de este esfuerzo hidráulico a acuífero puede ser importante para efectos de generar estructuras de abastecimiento en el predio del proyecto. Por otro lado, los volúmenes subterráneos pueden variar ya que la conductividad hidráulica con la que se calculan es un promedio; y se ha observado que existen zonas en el acuífero regional con la presencia de cavidades que pueden lograr que aumente el volumen de agua que circula, en donde la conductividad hidráulica puede alcanzar el máximo calculado de 12, 500 m/d o incluso una mayor si se tiene la presencia de un sistema estructural regional.

Finalmente, del presente estudio se retoman los aspectos más relevantes con respecto al funcionamiento geohidrológico:

El subsuelo está conformado primeramente arenas de litoral con espesores entre 5 y 8 m, el mayor hacia la línea de costa (afloramiento rocoso). El afloramiento rocoso corresponde a arenas cementadas constituidas por oolitas con algunos corales por debajo de las arenas

se identific3 una unidad de arenas calc3reas o calcarenitas de color beige con presencia de f3siles y lentes de caliza recristalizada, con espesores entre 3 y 6 m. Subyaciendo a las calcarenitas se identific3 una unidad de calizas arrecifales con huellas de disoluci3n formando peque1as discontinuidades en la roca. No se identificaron zonas de con discontinuidades importantes que formen grandes cavidades sin embargo hidrol3gicamente la unidad de calizas arrecifales identificadas entre los 9 m y 12 m a partir del terreno natural presentan buenas condiciones de permeabilidad para el libre flujo de agua subterr3nea del continente as3 como de intrusi3n marina.

En el registro de video de los barrenos exploratorios se identificaron paredes lisas y/o estables por debajo de las arenas hasta horizontes del subsuelo entre 8 y 11 m de profundidad aproximadamente. A partir de ah3 las condiciones del subsuelo a trav3s de las paredes del pozo muestran zonas de roca compacta con algunos recovecos producto de la disoluci3n de la roca, esta condici3n se hace m3s visible a partir de horizontes del subsuelo entre 11 y 15 m en donde es posible observar huellas de disoluci3n y fracturamientos en la roca m3s marcados sin llegar a formar cavidades importantes.

Geoel3ctricamente el subsuelo presenta desde la superficie una unidad de muy baja resistividad con valores entre 1 y 3 Ohm\*m, asociada a la presencia de materiales granulares con abundante agua salada y con espesores entre 35 m y 50 m aproximadamente con el mayor hacia el SW. Se observaron algunos elementos inmersos en esta zona con resistividades el3ctricas mayores con valores entre 7 y 20 Ohm\*m localizadas desde la superficie hasta los 20 m de profundidad, asociados a la presencia de posibles cavidades y/o posibles descargas subterr3neas de agua de mezcla y en superficie a agua acumulada o de reciente infiltraci3n. Condiciones similares a las anteriores se observan por debajo y est3n asociadas a la presencia de roca fracturada o con rasgos de disoluci3n por donde circula agua continental. A partir del cadenamamiento de 156 m se observa desde la superficie una zona de resistividades mayores con un espesor de 10 m asociada a la presencia de una costra calc3rea (caliche o laja) compacta.

En las secciones o perfiles geoeléctricos se observó primeramente una unidad de bajos resistivos con valores entre 1 y 5 Ohm\*m y con un espesor aproximado entre 50 m y 60 m, reduciendo hacia el NE y asociado a la presencia de rocas con diferente grado de carstificación y con presencia de agua salada o de mezcla. Por debajo las resistividades se incrementan ligeramente con valores entre 5 y 10 Ohm\*m asociados a un decremento en la permeabilidad de los materiales en el subsuelo.

Del perfil geoeléctrico perpendicular a la línea de costa se observó primeramente una unidad de altas resistividades con valores entre 20 y 80 Ohm\*m y con un espesor entre 5 y 10 m asociado a la presencia de material compacto de relleno y costra calcárea laja o caliche, hacia la costa reduce considerablemente la resistividad por la presencia de la cuña de agua salada.

De la integración geológica geofísica se pudo observar que las respuestas geoeléctricas de valores bajos de resistividad eléctrica entre 1 y 3 Ohm\*m en los primeros 40 m del subsuelo corresponden a afloramiento rocoso, arenas de litoral, calcarenitas y calizas arrecifales con pocos rasgos de disolución. Estas respuestas están asociadas a presencia de abundante agua salina o de mezcla circulando entre los granos de las arenas y en las pequeñas discontinuidades y/o cavidades formadas entre los planos de estratificación de las calcarenitas y los lentes u horizontes de caliza recristalizada compacta, así como en las huellas de disolución de las calizas arrecifales

Respecto a la calidad del agua del acuífero, La temperatura en el predio del proyecto, a nivel freático varió entre 30.20 °C y 31.60 °C; la mayor en el MZ-2 y la menor en el MZ-1, estos valores están influenciados por las condiciones atmosféricas del sitio. Conforme se profundiza en el acuífero decrece de forma gradual hasta una profundidad de -10.5 m para el NZ-1 y 3 mientras que para el NZ-2 hasta los -15.5 m con valores de 27.88o C, 28.52 °C y 28.91 °C respectivamente. A partir de ahí el parámetro se incrementa con un valor final de 29.54 °C medido en el barreno NZ-2.

---

La salinidad del agua en el acuífero present3 valores de conductividad el3ctrica a nivel freático entre 4130 y 30400  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (2600 y 19300 mg/l de s3lidos totales disueltos) mayor en el NZ-1 y menor en el NZ-2. Conforme se profundiza en el acuífero la salinidad permanece con ligeras variaciones hasta la cota de -4 m en donde inicia un incremento por la influencia de la interface salina, hasta un valor final de conductividad el3ctrica de 48200  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (29600 mg/l de s3lidos totales disueltos). El techo de la interface salina se ubic3 en el NZ-2 a -10.5 m.

Seg3n el perfil de valores de s3lidos totales disueltos, el agua del acuífero se clasifica como agua dulce desde el nivel freático hasta los 7 m de profundidad, (3nicamente en el NZ-2), agua salobre a partir de ah3 hasta los 10.5 m y el resto agua salada.

El ox3geno disuelto en el acuífero, mantuvo valores a nivel freático entre 1.96 y 3.14 mg/l. a profundidad, el ox3geno disuelto decrece en los barrenos NZ-1 y 3 hasta una profundidad de - 10.5 m con valores del orden de 0.12 mg/l, mientras que en el NZ-2, el parámetro a profundidad permanece con ligeras variaciones hasta los -10 m con un valor de 2.86 mg/l. A partir de ah3 el ox3geno disuelto se incrementa en todos los puntos por influencia directa de la interface salina con un valor m3ximo en el NZ-2 de 8.74 mg/l a los -18.5 m

El comportamiento de la marea es similar al potencial hidr3ulico de los barrenos exploratorios; es decir, muestra que el flujo subterr3neo es en todo el tiempo de registro. El acuífero regional tiene m3s influencia de los esfuerzos transmitidos por la marea y no refleja una respuesta a las precipitaciones locales, lo que sugiere que no existe recarga en el acuífero regional.

Las calcarenitas muestran un registro de nivel est3tico diferente al del acuífero regional mostrando una respuesta inmediata a las precipitaciones locales y mostrando una acumulaci3n de agua en el tiempo; es decir, la calcarenita conforma un acuitardo colgado granular que almacenara agua mete3rica. Se tiene un desfase o tiempo de retraso de 20

minutos, dependiendo de su cercanía con la costa La amplitud de la marea se registra de 16 cm en promedio, en ciclos de marea viva; y las amplitudes de los puntos RNZ1 Y RNZ3 son 6.5 y 10.0 cm, respectivamente.

Para los barrenos RNZ1 y RNZ3, las eficiencias de la marea han sido calculadas de entre 41 y 63 % con distancias de los puntos a la costa es de entre 40 y 100 m, respectivamente

Al analizar los resultados de las conductividades hidráulicas se observa que la conductividad hidráulica puede adquirir valores de entre 0.25 y 250 m/d, tomando un valor conservativo promedio de 85 m/d.

Este valor de conductividad hidráulica promedio debe ser tomado cierta precaución; en la discusión anterior se menciona que la conductividad hidráulica es producto de la medición del efecto de la marea en los barrenos exploratorios y de una interacción del estrato de calcarenita y la caliza arrecifal.

Se ha calculado que dentro del predio del proyecto ingresa una cantidad de 386.12 m<sup>3</sup>/día y salen en su zona de descarga 280.81 m<sup>3</sup>/día.

Se calculó el gasto unitario; es decir, el gasto en metros cúbicos por día o litros por segundo que atraviesa por cada metro lineal de acuífero de espesor de 11 m. Los resultados son que ingresan 1.66 m<sup>3</sup>/día por cada metro lineal de acuífero y descargan 1.21 m<sup>3</sup>/día por cada metro lineal de acuífero.

Se observa que el predio de estudio se encuentra en una zona alta; coincidente con el parteaguas regional de las 3 cuencas regionales identificadas, por lo que se espera que el área del proyecto sea un punto desde el cual el agua escurre hacia los puntos de concentración de las cuencas regionales. Esto implica que no existan aportaciones regionales al predio y no conforme problemas de inundación por encontrarse en una zona de descarga.

La Hidrología Superficial Regional indica que el predio de estudio se encuentra en una zona alta y las cuencas regionales con las que se relacionan tienen su punto de drenaje muy alejado al predio del proyecto y estas no aportan agua de escurrimiento hacia el predio; es decir está muy alejado del punto de concentración de las tres cuencas regionales analizadas y el agua regional escurrirá hacia estos puntos fuera del predio.

A nivel local, se tiene que para una lluvia común se podrían tener una cota de inundación de 1 msnm; se observan que tres días el nivel de agua podría descender hasta 6 cm y las inundaciones se dan en la zona Norte del predio cercano al camino del Hotel MED Canc3n.

A nivel local, en el caso de una tormenta extraordinaria se tienen lluvias que acumulan mucha agua en poco tiempo y por sí sola una de 5 años de tiempo de retorno puede alcanzar una altura de inundación de 1.108 msnm. Se observan que tres días el nivel de agua podría descender hasta 5 cm y las inundaciones se dan en la zona Norte del predio cercano al camino del Hotel MED Canc3n.

Finalmente, un fenómeno como Wilma (2005), puede causar que las alturas de inundación sean de hasta 2.44 msnm; este sería el caso más catastrófico inundando con tirantes de hasta 2 m. Se observan que tres días el nivel de agua podría descender hasta 5 cm y las inundaciones se dan en la zona Norte del predio cercano al camino del Hotel MED Canc3n.

El balance hídrico local es positivo y muestra una disponibilidad de agua de 105 m<sup>3</sup>/día; sin embargo este balance incluye únicamente el agua dulce del predio despreciando el agua salobre y el acuífero de agua marina. Por otro lado, en este balance no se ha considerado que existan extracciones cercanas y se ha observado que el patrón de flujo subterráneo está influenciado por extracciones cercanas al predio. En cálculo de la disponibilidad local y regional se está considerando la conductividad hidráulica promedio conservativa; misma que puede aumentar por presencia de carstificación y conductos de disolución aumentando de manera abrupta la disponibilidad de agua y tráfico de agua en el acuífero regional.

### **IV.6.3. Hidrología marina**

Aun cuando el proyecto no tendr3 interacti3n con la zona marina, es importante se3alar su funcionamiento por la influencia que ejerce sobre la hidrodin3mica del sistema lagunar Nichupt3.

#### **IV.6.3.1. Corrientes**

Actualmente, el flujo hacia el norte origina la corriente del Caribe, que es el aspecto dominante del sistema superficial de corrientes en este mar, penetra desde el sureste y fluye en la direcci3n del estrecho de Yucat3n. A ambos lados de esta corriente existen contracorrientes y v3rtices de direcci3n y velocidad variable. Su rama principal pasa sobre la punta este de Banco Mosquito y sobre el Banco Rosalinda a una velocidad de 0.5-1 m/s en promedio. La Corriente del Caribe transporta un volumen estimado de 26-34 millones de metros c3bicos por segundo.

Una porci3n del fuerte flujo hacia el norte de la corriente de Yucat3n ba3a la plataforma noreste de Quintana Roo. Las salinidades en la plataforma son de 35 a 36 ups. La temperatura superficial del agua es de alrededor de 28º C durante el verano y de 24º C durante el invierno.

En el mar frente Punta Nizuc es de hacer notar que a menos de 80 km de la costa se ubica, paralelo a la costa, el bajo Arrowsmith, un bajo de dimensiones considerables, 18 km de longitud por 4 km de ancho (DMA, 1982), el cual ejerce un efecto de canalizaci3n de la corriente con componente norte.



La figura 4.3 muestra los vectores de velocidades de corriente para distintas 3pocas del a3o (Athi3 *et al.*, 2011). En estas figuras se observa la estacionalidad de los vectores de velocidad de la corriente en las proximidades de la Isla de Mujeres. Al este de punta Nizuc, en las inmediaciones del Bajo Arrowsmith, las corrientes se pueden acelerar y generar v3rtices; sin embargo, la turbulencia de la corriente en la parte norte de Isla Mujeres puede tambi3n generar v3rtices (celdas de recirculaci3n) ef3meros con intensidades de medias a bajas (0.5 m/s).

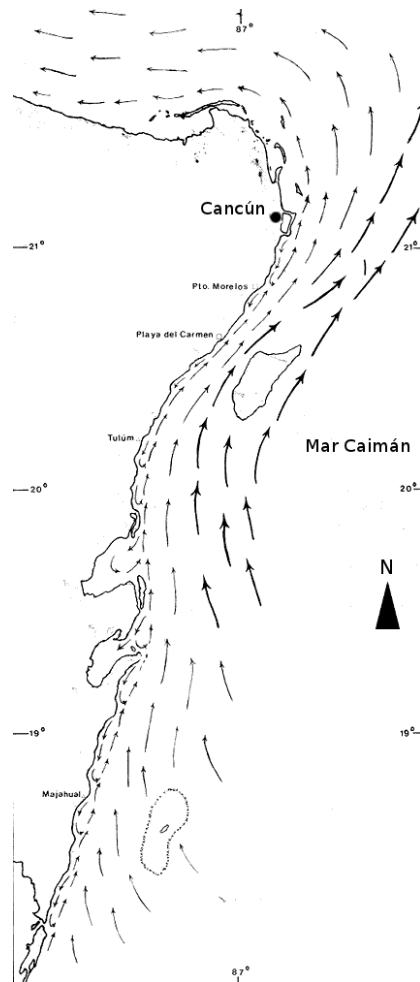


Figura IV. 73. Diagrama de la circulaci3n de la corriente de Yucat3n en las costas de Quintana Roo.

En un estudio presentado por la Secretaria de Turismo (SECTUR. 2012a) para evaluar la "vulnerabilidad del destino tur3stico de Canc3n" se presentan los resultados de la modelaci3n num3rica hidrodin3mica que reproduce los patrones de circulaci3n de la corriente de Yucat3n frente a la costa de Isla Canc3n, donde se observa que en la regi3n de Punta Nizuc (PNIZ). En la temporada de lluvias, la corriente viaja cerca a la costa con velocidades de alrededor de 1.5 m/s, mientras que en otras temporadas se aleja y la velocidad disminuyen a 0.75 m/s.

En la temporada de estiaje y nortes, cuando las corriente provienen principalmente del sursureste (SSE) con velocidad inicial de 0.75 m/s. Se observa que las corrientes inciden directo a la costa y gira hacia el norte, para desplazarse paralelas a la esta hasta Punta Canc3n (PCUN) (figura 4.4).

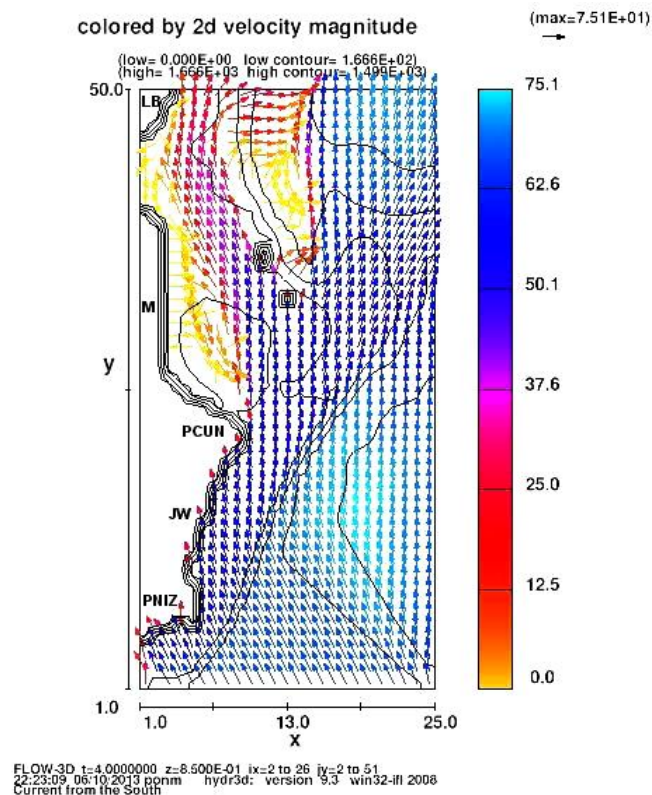
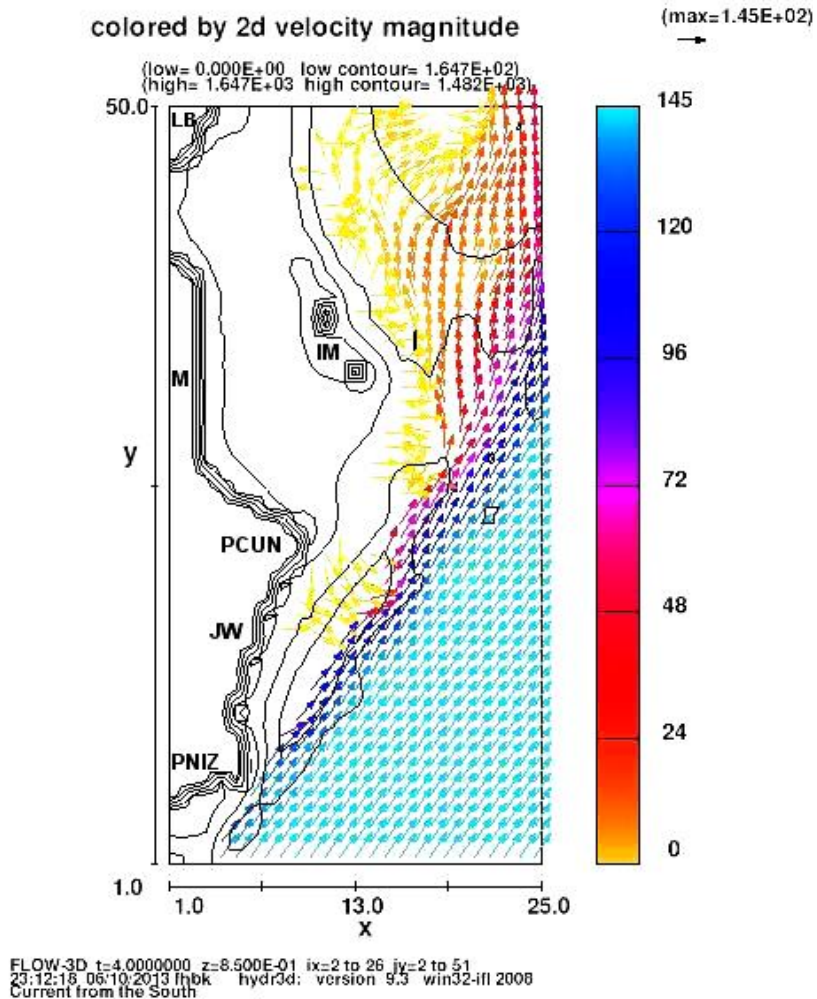


Figura IV. 74. Simulaci3n del patr3n de circulaci3n de las corrientes provenientes del sursureste, (imagen tomada de Sectur 2012a).

Durante la 3poca de lluvias las corrientes provienen de sursuroeste (SSW) principalmente con velocidades pr3ximas a 1.5 m/s. Punta Nizuc genera una zona de resguardo hacia la regi3n norte. Donde se genera una celda de recirculaci3n que se presenta frente a las playas del sur de Punta Canc3n (figura 4.5).



**Figura IV. 75.** Simulaci3n del patr3n de circulaci3n de las corrientes provenientes del sursuroeste (imagen tomada de Sector 2012a).

### IV.6.3.2. Oleaje

El oleaje proviene del SE, E y del SSE con periodos de 4, 5, 6 y 12 segundos, los de la direcci3n SE son los menos frecuentes, los provenientes del E producidos por los vientos Alisios son los m3s frecuentes mientras que los de SSE son los de mayor energ3a. El oleaje rompe fuera de la costa pero genera corrientes considerables paralelas a esta, lo que genera un transporte litoral considerable. Al igual que con las corrientes el bajo Arrowsmith contribuye a detener los periodos de oleaje mayores de 14 s, correspondientes a huracanes (Ver la siguiente figura) (Sectur, 2012a).

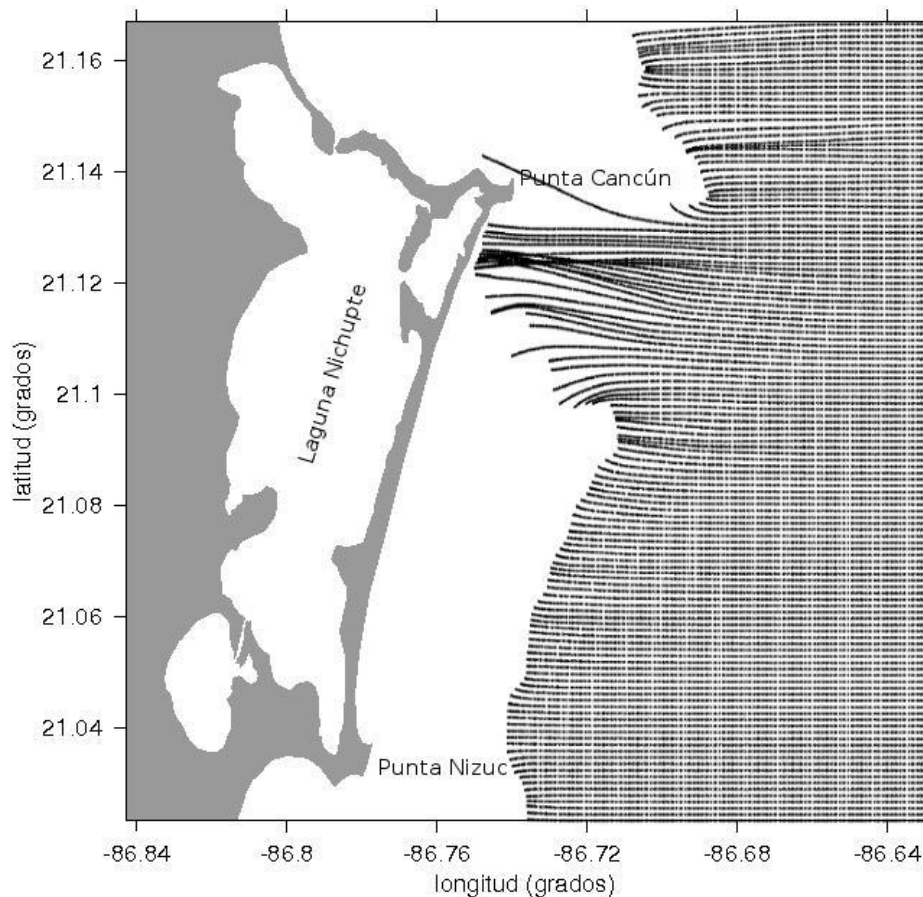










Figura IV. 76. Esquema de la propagaci3n del oleaje procedente del Este generado por los vientos alisios.

---

### IV.6.3.3. Mareas

El r3gimen de mareas en la regi3n, corresponde al tipo mixto semidiurno, de baja amplitud. De acuerdo con las tablas de predicci3n de mareas (CISESE), se registran los siguientes valores:

-  Pleamar m3xima registrada 0.400 m
-  Nivel de pleamar media en sicigias 0.232 m
-  Nivel de pleamar media superior 0.170 m
-  Nivel medio del mar 0.103 m
-  Nivel de bajamar media 0.017 m
-  Nivel de bajamar media inferior 0.000 m
-  Nivel de bajamar media en sicigias -0.035 m
-  Bajamar m3nima registrada -0.148 m

Las amplitudes de las mareas tienen rangos que van desde unos 10 cent3metros en tiempos de marea muerta hasta aproximadamente 30 cent3metros en mareas vivas. Estos cambios en la transici3n de un ciclo de mareas muertas a mareas vivas (14 .7 d3as) aunque son muy suaves, en tiempos de mareas vivas el efecto de marea debe ser, al menos en periodos de algunos d3as, lo suficientemente importante para producir un intercambio de agua significativo en las bocas de la laguna de Nichupt3 (Carbajal, 2006 y CONANP, 2008).

### IV.6.3.4. Calidad del agua marina en Punta Nizuc

Parte de los estudios realizados durante 2001, 2005 y 2006 para la elaboraci3n del documento de "Modificaci3n del Programa de Conservaci3n y Manejo del Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Canc3n y Punta Nizuc" (CONANP, 2008). Determinaron la calidad del agua mediante la determinaci3n del 3ndice de TRIX que

integra las variables fisicoqu3micas y biol3gicas relacionadas con los s3ntomas de eutrofizaci3n de sistemas costeros (Ver la siguiente tabla).

**Tabla IV. 9** Clasificaci3n del estado tr3fico de acuerdo al 3ndice TRIX.

| Intervalo TRIX | Estado Tr3fico Condici3n |
|----------------|--------------------------|
| 2-4            | Oligotr3fico Muy Bueno   |
| 4-5            | Oligo-mesotr3fico Bueno  |
| 5-6            | Mesotr3fico Regular      |
| 6-8            | Meso-eutr3fico Malo      |
| 8-10           | Hipertr3fico Muy Malo    |

Obtuvieron para la regi3n de Punta Nizuc los siguientes resultados:

*Ox3geno disuelto.* Las concentraciones presentaron una tendencia a disminuir, por lo que probablemente se presentaron s3ntomas iniciales de eutrofizaci3n.

*Nitratos.* De acuerdo a los intervalos de referencia, s3lo en algunos muestreos se rebaso el l3mite m3ximo, por lo que este trabajo identifico la condici3n para Punta Nizuc de acuerdo a esta variable en el intervalo de buena a regular, sin una clara tendencia temporal.

*Nitritos.* En tiempo de nortes del 2006 las concentraciones de nitrito fueron menores respecto al muestreo anterior, que corresponde al impacto del hurac3n Wilma en las estaciones marinas y costeras. La condici3n de acuerdo a esta variable en las estaciones costeras de Punta Nizuc, variaron entre regular y mala. No se observaron alguna tendencia temporal.

*Amonio*. La condición de acuerdo a los valores de referencia fue de buena-regular, con tendencia a aumentar las concentraciones a lo largo del tiempo en Punta Cancún y Punta Nizuc. Se destacan las altas concentraciones en la temporada de lluvias 2005 como resultado de los efectos del huracán Wilma; en nortes de 2006 las concentraciones regresaron a los valores de referencia.

*Fósforo Reactivo Soluble*. En general dentro de los límites del intervalo de referencia, la condición fue de regular-buena en Punta Nizuc. Teniendo una tendencia temporal a aumentar las concentraciones de este nutriente.

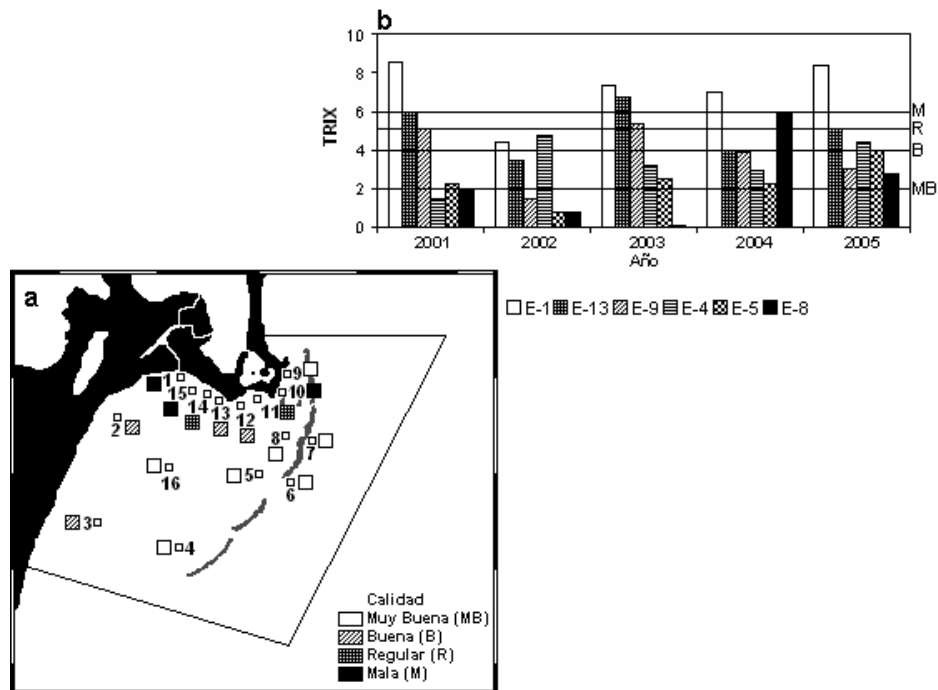
*Sílice Reactivo Soluble*. La condición de SiRS fue de bueno-regular, con un patrón estacional de altas concentraciones durante la época de lluvias y sin tendencia a aumentar las concentraciones a lo largo del tiempo. Considerando las concentraciones de este nutriente en Punta Nizuc, en el muestreo de nortes de 2006, se observó que las concentraciones disminuyeron después del paso del huracán Wilma.

*Clorofila a*. La condición de los polígonos de acuerdo a los valores de referencia de la Cl-a fue de bueno-regular, sin tendencia a aumentar las concentraciones a lo largo del tiempo, pero reflejando los efectos de eventos como los huracanes y el aporte de nutrientes vía descargas de la laguna Nichupté o filtraciones de la infraestructura turística, por lo que podría ser un buen indicador de la respuesta a los aportes de nutrimentos y de los síntomas de eutrofización. Las concentraciones de Cl-a son similares a los datos reportados para otros sitios asociados a sistemas arrecifales. Es relevante mencionar que los valores altos de Cl-a fueron resultado del paso del huracán Wilma, sin embargo, en el muestreo posterior, estos valores regresan a las concentraciones “normales” del área de estudio. Se registraron valores altos de Cl-a en nortes de 2006 en Punta Nizuc que fueron atribuidos como consecuencia de los trabajos de relleno de playas en la zona.



En general, las localidades que se encuentran cercanas a la costa presentan, en promedio, un valor alto de estado tr3fico y una condici3n de regular en general. Mientras que mar adentro la condici3n oligotr3fica les confiere la condici3n de muy buena.

Las estaciones localizadas en la regi3n norte de Punta Nizuc y aleda1as a l3nea de playa, presentan estados tr3ficos que dan condiciones en el intervalo de bueno a malo, mientras que la condici3n general en las estaciones ubicadas en la zona marina es de muy buena (Herrera-Silveira *et. al.*, 2006). Para este pol3gono, en el seguimiento temporal, la diferencia de calidad del agua entre las estaciones costeras y marinas, fue de entre muy buena y mala en las estaciones costeras y de buena a muy buena en las marinas. La distribuci3n espacial de la condici3n que guarda la calidad del agua est3 muy relacionada con la influencia de las caracter3sticas del agua de la laguna Nichupt3 que descarga en esta zona (CONANP, 2008) (figura 4.15).



**Figura IV. 77.** Distribuci3n espacial del 3ndice de calidad del agua (a) y variaci3n temporal en estaciones seleccionadas (b) de la condici3n que guarda el pol3gono de Punta Nizuc, durante el periodo de estudio (Imagen tomada de CONANP, 2008).

## IV.7. MEDIO BI3TICO

### IV.7.1. Vegetaci3n

Con base a consultas bibliogr3ficas y trabajo de campo, a continuaci3n se describir3n los tipos de vegetaci3n y/o usos de suelo presentes en el SAR-AE y pol3gono del proyecto. Posterior a la descripci3n se incluye el respectivo an3lisis de la vegetaci3n mediante la estimaci3n de indicadores de diversidad y abundancia relativa, por cada uno de los estratos (arb3reo, arbustivo y herb3ceo).

#### a) Tipos de vegetaci3n en el SAR y AE

##### a.1) Identificaci3n de los usos de suelo y vegetaci3n en el SAR y AE (conforme a INEGI y CONABIO)

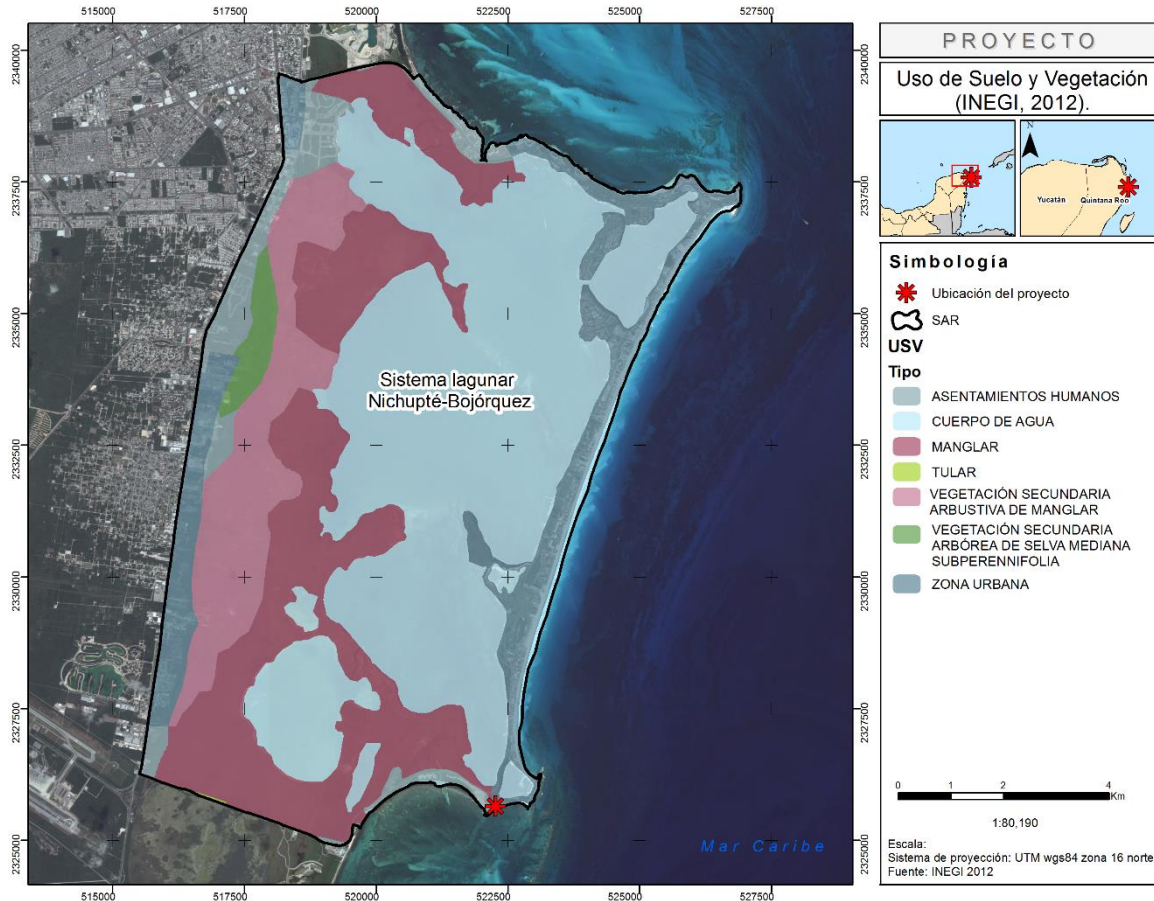
De acuerdo a los datos reportados por INEGI, en su conjunto de datos vectoriales de Uso de Suelo y Vegetaci3n Escala 1:250 000, Serie V (Capa Uni3n), los tipos de vegetaci3n y usos de suelo que se distribuyen en la SAR-AE son los siguientes:

**Tabla IV. 10** Superficies por uso de suelo y vegetaci3n SAR-AE.

| Uso de suelo y vegetaci3n                                      | Superficie      |                |
|--|-----------------|----------------|
|  | Ha              | Porcentaje (%) |
| Asentamientos Humanos  | 506.56          | 5.05           |
| Zona urbana  | 1177.15         | 11.73          |
| Vegetaci3n de manglar  | 2342.17         | 23.33          |
| Vegetaci3n secundaria arbustiva de manglar                     | 1032.98         | 10.29          |
| Vegetaci3n secundaria arb3rea de selva mediana subperennifolia | 148.29          | 1.48           |
| Cuerpos de agua  | 4828.5          | 48.1           |
| Vegetaci3n de tular  | 3.57            | 0.04           |
| <b>Total</b>   | <b>10039.22</b> | <b>100</b>     |

Fuente: Conjunto de datos vectoriales de Uso de Suelo y Vegetaci3n Escala 1:250 000, Serie V. Capa Uni3n.

La distribuci3n de estos usos de suelo y vegetaci3n en la SAR-AE se pueden observar en la siguiente figura:



**Figura IV. 78** Usos de suelo y vegetaci3n en el SAR-AE (Fuente: INEGI).

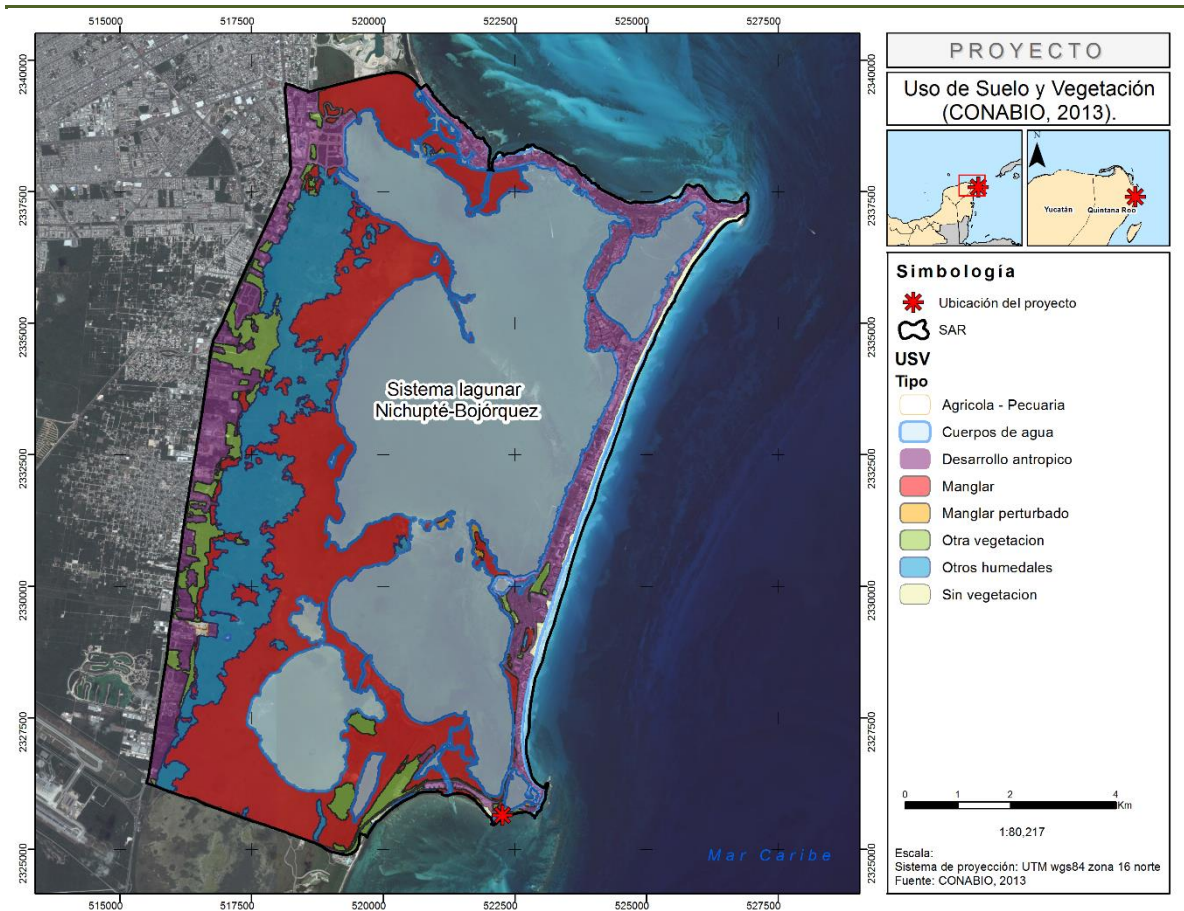
Adem3s de la consulta a INEGI, tambi3n se consult3 el Mapa de uso del suelo y vegetaci3n de la zona costera asociada a los manglares de Regi3n Pen3nsula de Yucat3n, manejado por la CONABIO (2013), con el cual se determinaron los tipos de coberturas y usos de suelo a partir de un m3todo de clasificaci3n independiente, utilizando im3genes SPOT 2010 (+ 2 a3os) (CONABIO (a), 2013).

**Tabla IV. 11.** Superficies por uso de suelo y vegetaci3n en el SAR-AE de acuerdo a CONABIO.

| Uso de suelo y vegetaci3n | Superficie      |                |
|---------------------------|-----------------|----------------|
|                           | Ha              | Porcentaje (%) |
| Agr3cola-pecuario         | 6.38            | 0.06           |
| Cuerpos de agua           | 4930.55         | 49.11          |
| Desarrollo antr3pico      | 1273.12         | 12.68          |
| Manglar                   | 2278.85         | 22.7           |
| Manglar perturbado        | 22.95           | 0.23           |
| Otra vegetaci3n           | 369.65          | 3.68           |
| Otros humedales           | 1063.18         | 10.59          |
| Sin vegetaci3n            | 94.54           | 0.94           |
| <b>Total</b>              | <b>10039.22</b> | <b>100</b>     |

Fuente: Mapa de uso del suelo y vegetaci3n de la zona costera asociada a los manglares. Regi3n Pen3nsula de Yucat3n.

La distribuci3n de estos usos de suelo y vegetaci3n en el SAR-AE se pueden observar en la siguiente figura:



**Figura IV. 79** Uso de suelo y vegetaci3n en el SAR-AE (Fuente: CONABIO).

De acuerdo con los resultados obtenidos de la consulta a INEGI y CONABIO, se podr3a decir que, en cuanto a escala, CONABIO presenta una mejor delimitaci3n de los usos de suelo y tipos de vegetaci3n presentes. Debido a la importancia que tiene la vegetaci3n, principalmente la funcionalidad del manglar, la vegetaci3n secundaria arbustiva de manglar, humedales, otros tipos de vegetaci3n, y los usos de suelo, se describir3 y cuantificar3 el uso de suelo y vegetaci3n, a nivel SAR-AE y pol3gono de proyecto, con la capa de CONABIO (CONABIO (a), 2013).

Conforme al Mapa de uso del suelo y vegetaci3n de la zona costera asociada a los manglares, Regi3n Pen3nsula de Yucat3n, manejado por la CONABIO (2013), el SAR y AE

---

est3 conformado en un 49.05% por cuerpos de agua, (parte central del SAR-AE), conformados por por el Sistema Lagunar Nichupt3, seguido de un 22.7% de manglar, en el cual se distinguen tres asociaciones, el manglar de borde, el manglar de cuenca y el manglar chaparro; debido a la t3cnica utilizada para delimitar la vegetaci3n de manglar, mencionada anteriormente, se ha podido determinar la vegetaci3n de manglar perturbado<sup>1</sup>, la cual solo representa el 0.23%. En cuanto a humedales estos representan un 10.59%, y como otro tipo de vegetaci3n se reporta un 3.68% de la superficie del SAR-AE. Respecto al desarrollo antr3pico, est3 presente en un 12.68% de la superficie, las 3reas sin vegetaci3n en un 0.98%, y las 3reas agr3cola-pecuario en un 0.06% de la superficie del SAR-AE. Los resultados obtenidos reflejan la dominancia de un sistema natural en un 86.31%, y un 13.68% de un sistema antr3pico dentro del SAR-AE.

La descripci3n de cada uno de los tipos de vegetaci3n, se presentara en el cap3tulo IX.

#### **b) Tipo de vegetaci3n presente en el pol3gono del proyecto de acuerdo con CONABIO (2013)**

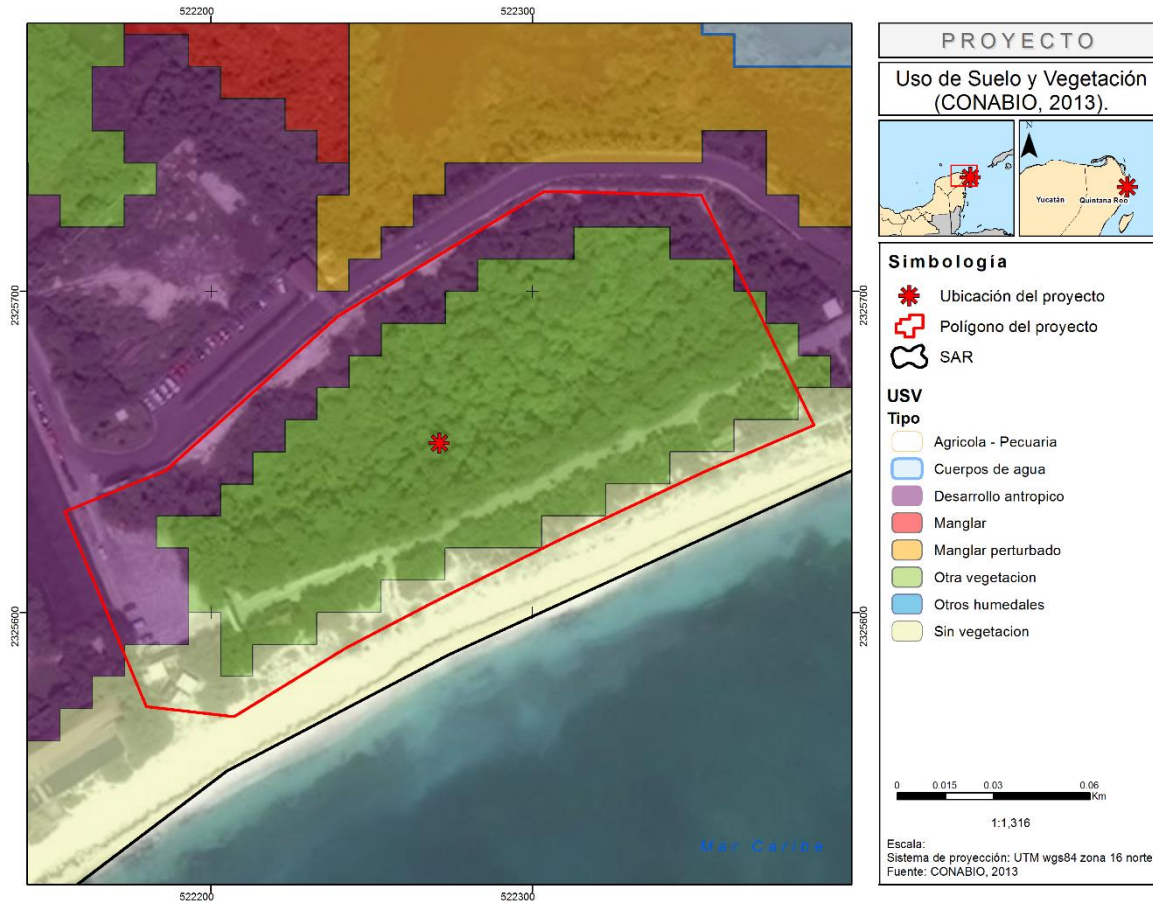
Al sobreponer el pol3gono del proyecto en el Mapa de uso del suelo y vegetaci3n de la zona costera asociada a los manglares, Regi3n Pen3nsula de Yucat3n, manejado por la CONABIO (2013), se obtuvo la siguiente clasificaci3n: uso de suelo de desarrollo antr3pico,

---

<sup>1</sup> Una de las aportaciones de las im3genes de sat3lite, es la capacidad de medir la salud de la vegetaci3n utilizando una banda infraroja la cual puede calcular la actividad fotosint3tica de la vegetaci3n.



3reas sin vegetaci3n, y 3reas con “Otra vegetaci3n<sup>2</sup>”, tal como se muestra en la siguiente figura.



**Figura IV. 80** Uso de suelo y vegetaci3n potencial en el pol3gono del proyecto (Fuente: CONABIO).

<sup>2</sup> De acuerdo con la clasificaci3n de “Otra vegetaci3n” de CONABIO, se puede observar que este tipo de categor3a corresponde a vegetaci3n secundaria arb3rea de selva mediana subperenifolia de acuerdo con INEGI y derivado del trabajo de campo.



De acuerdo con la superficie del pol3gono del proyecto (ver cap3tulo II), se obtuvieron las siguientes 3reas potenciales (usos de suelo y tipos de vegetaci3n):

**Tabla IV. 12.** Superficies<sup>3</sup> por uso de suelo y vegetaci3n en el pol3gono del proyecto de acuerdo con CONABIO.

| Uso de suelo y vegetaci3n | superficie  |            |
|---------------------------|-------------|------------|
|                           | ha          | %          |
| Desarrollo antropico      | 0.44        | 22.40      |
| Otra vegetacion           | 1.31        | 66.40      |
| Sin vegetacion            | 0.22        | 11.20      |
| <b>Total</b>              | <b>1.97</b> | <b>100</b> |

De acuerdo con los resultados el 66.40% se encuentra clasificado como otra vegetaci3n, seguido de un 22.40% de desarrollo antr3pico, y por ultimo un 11.20% de superficie sin vegetaci3n. Conforme a esos resultados (considerando los usos de suelo y tipo de vegetaci3n de CONABIO), son habr3a afectaci3n a los tipos de vegetaci3n presentes en el SAR-AE, como la vegetaci3n de manglar y humedales.

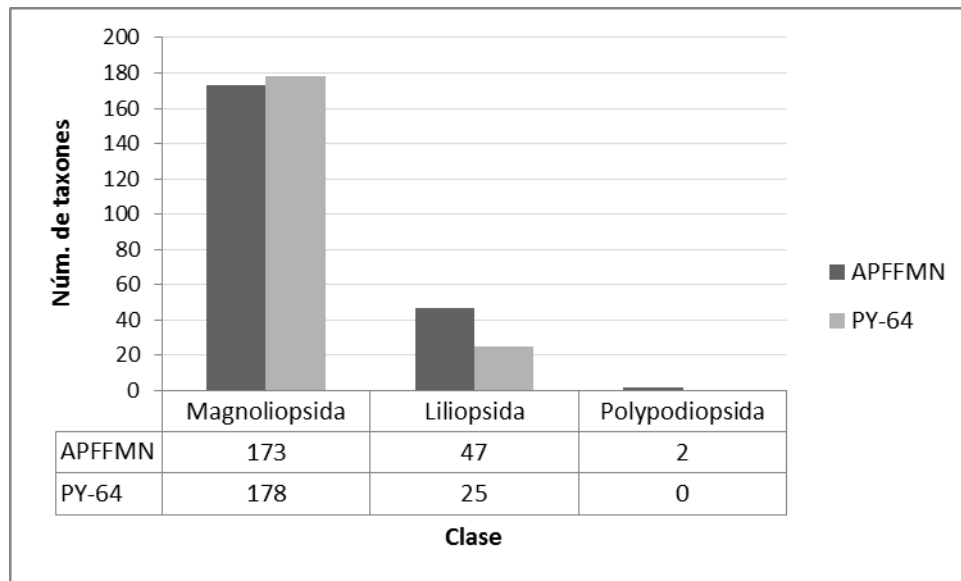
### **c) Revisi3n bibliogr3fica de la composici3n flor3stica en el SAR y AE**

Con la finalidad de contar con un listado de especies con distribuci3n registrada en el 3rea del SAR y AE, a continuaci3n se expone una compilaci3n de informaci3n flor3stica basada en dos estudios realizados en la zona.

---

<sup>3</sup> La superficie calculada se realizo en el programa de excel

De acuerdo con el Programa de Manejo para el ANP 3rea de Protecci3n de Flora y Fauna Manglares de Nichupt3 (APFFMN), la biodiversidad florística est3 conforma por 3 clases, Magnoliopsida, Liliopsida y Polypodiopsida, con 173, 47, y 2 taxones respectivamente; mientras que V3squez-Lule (2009) para la Regi3n de la Península de Yucatan, n3mero 64 (PY-64), registra s3lo las dos primeras, con 180 y 27 especies respectivamente.



**Figura IV. 81** Distribuci3n de especies por clase.

De acuerdo con el estudio APFFMN, est3n registradas 71 familias, 190 g3neros y 222 especies de plantas vasculares; mientras que el el estudio PY-64, se registra 50 familias, 162 g3neros y 203 especies. Cabe destacar que el primer estudio, registra un mayor n3mero de especies de flora. En la siguiente tabla se muestran las familias con mayor relevancia, as3 como el n3mero de taxones que la componen:

**Tabla IV. 13.** Familias mejor representadas seg3n el Programa de Manejo del APFFMN, y la caracterizaci3n de V3squez-Lule, 2009 (PY-64).

| Familia        | N3mero de especies |       |
|----------------|--------------------|-------|
|                | APFFMN             | PY-64 |
| Fabaceae       | 25                 | 37    |
| Poaceae        | 14                 | 11    |
| Asteraceae     | 12                 | 16    |
| Amaranthaceae  | 9                  | 4     |
| Convolvulaceae | 8                  | 5     |
| Cyperaceae     | 8                  | 7     |
| Rubiaceae      | 8                  | 9     |
| Acanthaceae    | 7                  | 1     |
| Apocynaceae    | 7                  | 12    |
| Arecaceae      | 6                  | 3     |
| Euphorbiaceae  | 6                  | 5     |
| Bromeliaceae   | 5                  | 0     |
| Malvaceae      | 5                  | 10    |
| Orchidaceae    | 5                  | 2     |
| Polygonaceae   | 5                  | 5     |
| Boraginaceae   | 4                  | 9     |
| Moraceae       | 3                  | 6     |
| Sapindaceae    | 3                  | 5     |
| Solanaceae     | 3                  | 4     |
| Sapotaceae     | 2                  | 3     |
| Cucurbitaceae  | 1                  | 5     |

En el APFFMN, la familia mejor representada es la Fabaceae con 25 especies, seguida de Poaceae con 14, Asteraceae con 12, Amaranthaceae con 9; Rubiaceae, Convolvulaceae y Cyperaceae con 8; Apocynaceae y Acanthaceae con 7; Euphorbiaceae y Arecaceae con 6; Polygonaceae, Malvaceae, Orchidaceae y Bromeliaceae con 5, y el resto de las familias registradas est3n representadas por 4, 3, 2 y 1 especie.

Conforme a V3zquez-Lule et al. (2009), en su Caracterizaci3n del sitio de manglar Nichupt3 (PY-64), la familia mejor representada es la Fabaceae con 37 especies, seguida de Asteraceae con 16; Apocynaceae con 12; Poaceae con 11; Malvaceae con 10; Rubiaceae y Boraginaceae con 9; Cyperaceae con 7; Moraceae con 6; Sapindaceae, Polygonaceae, Euphorbiaceae, Cucurbitaceae y Convolvulaceae con 5, el resto de las familias registradas se encuentran representadas por 4 o menos especies.

De manera general para el SAR y AE, como resultado de conjuntar ambos registros (Programa de Manejo del APFFMN y V3zquez-Lule), se tiene que la diversidad florística est3 compuesta por tres clases: Magnoliopsida con 65 familias, 212 g3neros y 283 especies; Liliopsida con 15 familias, 50 g3neros y 64 especies; y Polypodiopsida con 2 familias y 2 taxones, tal como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla IV. 14** Composici3n florística general en el SAR-AE.

| Clase          | N3m. Familias | N3m. De g3neros | N3m. De especies* |
|----------------|---------------|-----------------|-------------------|
| Magnoliopsida  | 65            | 212             | 283               |
| Liliopsida     | 15            | 50              | 64                |
| Polypodiopsida | 2             | 2               | 2                 |
| TOTAL=         | 82            | 264             | 349               |

\*En el capítulo IX, se incluye el Estudio de Caracterizaci3n de Flora Silvestre que contiene el listado potencial de especies de flora.

Las familias mejor representadas son las que se indican en la siguiente tabla.

**Tabla IV. 15** Familias mejor representadas en el SAR-AE.

| Familia        | N3m. de especies | Familia      | N3m. de especies |
|----------------|------------------|--------------|------------------|
| Fabaceae       | 46               | Moraceae     | 8                |
| Asteraceae     | 23               | Acanthaceae  | 7                |
| Poaceae        | 22               | Polygonaceae | 7                |
| Apocynaceae    | 15               | Solanaceae   | 7                |
| Cyperaceae     | 14               | Arecaceae    | 6                |
| Convolvulaceae | 13               | Orchidaceae  | 6                |

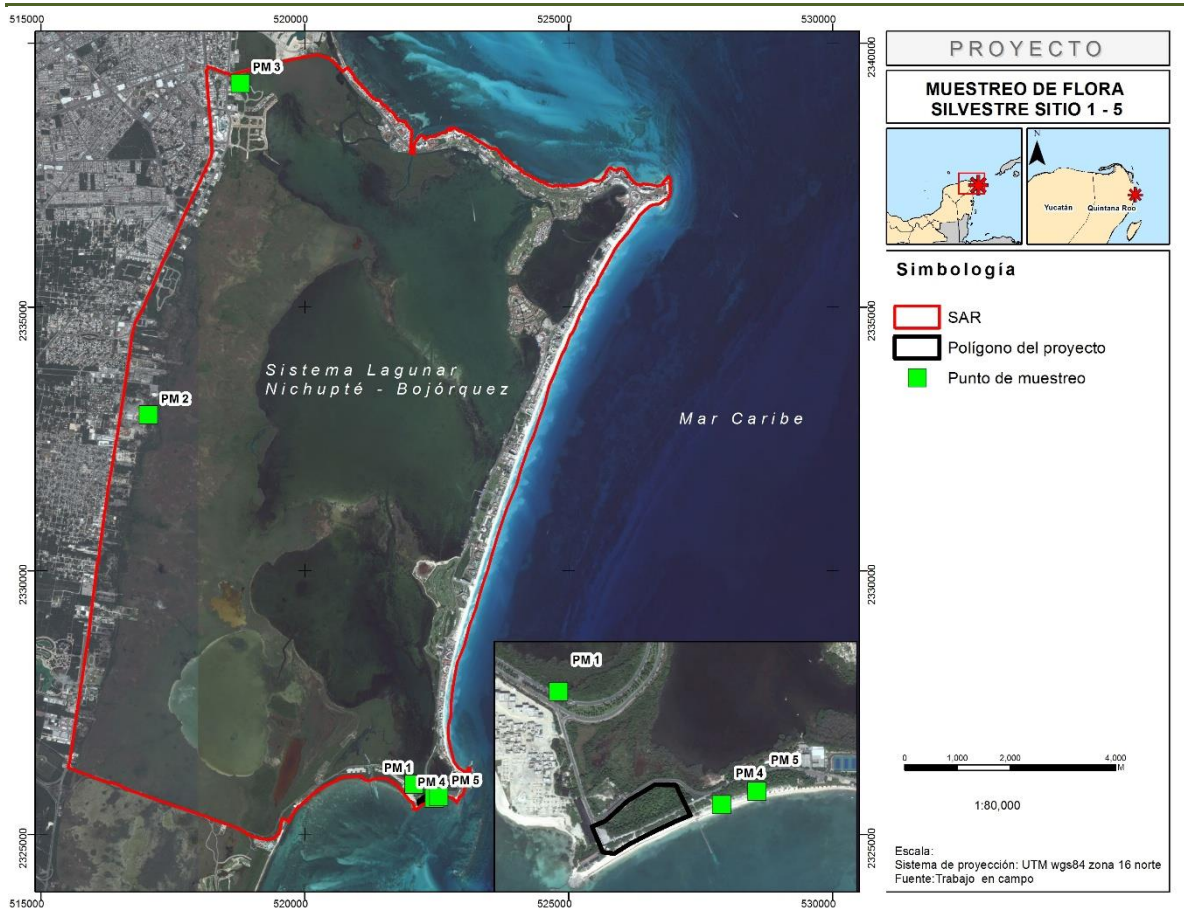
|               |    |               |   |
|---------------|----|---------------|---|
| Malvaceae     | 13 | Sapindaceae   | 6 |
| Amaranthaceae | 11 | Sapotaceae    | 5 |
| Boraginaceae  | 11 | Bromeliaceae  | 5 |
| Euphorbiaceae | 11 | Cucurbitaceae | 5 |
| Rubiaceae     | 11 |               |   |

#### **d) Muestreo de la vegetaci3n presente en el SAR-AE y pol3gono del proyecto**

Una vez expuesta la composici3n flor3stica en el SAR y AE, conforme a la bibliograf3a consultada, se procedi3 a determinarla mediante muestreos de campo.

Para determinar indicadores de diversidad dentro del SAR y AE, con fines de comparaci3n con el pol3gono del proyecto, se evaluaron cinco sitios de muestreo. El muestreo se dirigi3 hacia las zonas que presentaran caracter3sticas similares a las del pol3gono del proyecto, con la finalidad de contar con muestras que pudieran ser comparables con mayor objetividad, en tama1o, composici3n y estructura.

La selecci3n de los sitios de muestreo se determin3 mediante la herramienta “Creaci3n de puntos aleatorios” en el software de informaci3n geogr3fica Arc Map 10.2, tomando como 3rea de distribuci3n los pol3gonos con presencia potencial de tipos de vegetaci3n de selva mediana subperennifolia y Vegetaci3n de Matorral Costero (Seg3n la cartograf3a de CONABIO, interpretaci3n de im3genes satelitales y condiciones de accesibilidad a los predios), estableci3ndose de la siguiente manera:



**Figura IV. 82** Localizaci3n de los Sitios 1-5, para el muestreo de flora silvestre en el SAR-AE.

Las coordenadas centrales y de los v3rtices (en UTM, Datum-WGS-84 Zona 16Q) de los sitios de muestreo ya se incluyeron en el cap3tulo II; sin embargo, para una mejor asociaci3n con la figura anterior, se reiteran en las siguientes tablas.

**Tabla IV. 16** Coordenadas centrales de los sitios de muestreo de flora silvestre en el SAR-AE.

| SAR y 3rea de estudio |                 |                       |         |  |
|-----------------------|-----------------|-----------------------|---------|--|
| ID                    | Clave del sitio | Coordenadas UTM (16Q) |         | Tipo de vegetaci3n*  |
|                       |                 | X                     | Y       |  |
| 1                     | M_VSA/SMQ-VM1   | 522075                | 2325952 | Vegetaci3n secundaria arb3rea de selva mediana subperennifolia y Vegetaci3n de Manglar |
| 2                     | M_VSA/SMQ2      | 517040                | 2332951 | Vegetaci3n secundaria arb3rea de selva   |

Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B-Regional del proyecto  
**“Hotel Riviera Canc3n”**

|   |               |        |         |  |
|---|---------------|--------|---------|--|
|   |               |        |         | mediana subperennifolia  |
| 3 | M_VSA/SMQ-VM3 | 518784 | 2339241 | Vegetaci3n secundaria arb3rea de selva mediana subperennifolia y Vegetaci3n de Manglar |
| 4 | M_VMC1        | 522461 | 2325682 | Vegetaci3n de matorral costero   |
| 5 | M_VMC2        | 522546 | 2325714 | Vegetaci3n de matorral costero   |

**\*Tipo de vegetaci3n:** durante el dise1o de muestreo se dirigieron los sitios hacia vegetaci3n de selva mediana subperennifolia, sin embargo, por la composici3n y estructura se determin3 que corresponde a una zona de transici3n entre vegetaci3n secundaria arb3rea de selva mediana subperennifolia y vegetaci3n de manglar.

**Tabla IV. 17.** Coordenadas de los v3rtices de los sitios de muestreo de flora silvestre en el SAR-AE.

| Coordenadas UTM WGS-84 (16Q) |         |        |         |
|------------------------------|---------|--------|---------|
| ID Sitio                     | V3rtice | x      | y       |
| 1                            | 1       | 522071 | 2325966 |
|                              | 2       | 522090 | 2325956 |
|                              | 3       | 522080 | 2325938 |
|                              | 4       | 522062 | 2325948 |
| 2                            | 1       | 517030 | 2332961 |
|                              | 2       | 517050 | 2332961 |
|                              | 3       | 517050 | 2332941 |
|                              | 4       | 517030 | 2332941 |
| 3                            | 1       | 518774 | 2339231 |
|                              | 2       | 518794 | 2339231 |
|                              | 3       | 518794 | 2339251 |
|                              | 4       | 518774 | 2339251 |
| 4                            | 1       | 522452 | 2325693 |
|                              | 2       | 522472 | 2325693 |
|                              | 3       | 522472 | 2325673 |
|                              | 4       | 522452 | 2325673 |
| 5                            | 1       | 522536 | 2325725 |
|                              | 2       | 522556 | 2325725 |
|                              | 3       | 522556 | 2325705 |
|                              | 4       | 522536 | 2325705 |



En cuanto al muestreo de la vegetaci3n en el pol3gono del proyecto, 3ste se realiz3 de igual modo que para el SAR-AE, y se obtuvieron los puntos de muestreo que se observan en la siguiente figura.



**Figura IV. 83.** Localizaci3n de los sitios de muestreo, para el pol3gono del proyecto.

Las coordenadas centrales y de los v3rtices (en UTM, Datum-WGS-84 Zona 16Q) de los sitios de muestreo para el pol3gono del proyecto se indican en la siguiente tabla.

**Tabla IV. 18.** Coordenadas centrales de los sitios de muestreo de flora silvestre en el pol3gono del proyecto.

| ID | Clave del sitio | Coordenadas UTM (16Q) |         | Tipo de vegetaci3n   |
|----|-----------------|-----------------------|---------|--|
|    |                 | X                     | Y       |  |
| 1  | P_VSA/SMQ1      | 522344                | 2325676 | Vegetaci3n secundaria arb3rea de selva mediana subperennifolia |
| 2  | P_VSA/SMQ2      | 522275                | 2325663 | Vegetaci3n secundaria arb3rea de selva mediana subperennifolia |
| 3  | P_VSA/SMQ3      | 522218                | 2325642 | Vegetaci3n secundaria arb3rea de selva mediana subperennifolia |
| 4  | P_VDC1          | 522324                | 2325638 | Vegetaci3n de matorral costero                                 |
| 5  | P_VDC2          | 522239                | 2325603 | Vegetaci3n de matorral costero                                 |

**Tabla IV. 19** Coordenadas de los v3rtices de los sitios de muestreo de flora silvestre en el predio.

| Coordenadas UTM WGS-84 (16Q) |         |        |         |
|------------------------------|---------|--------|---------|
| ID Sitio                     | V3rtice | x      | y       |
| 1                            | 1       | 522334 | 2325686 |
|                              | 2       | 522354 | 2325686 |
|                              | 3       | 522354 | 2325666 |
|                              | 4       | 522334 | 2325666 |
| 2                            | 1       | 522265 | 2325673 |
|                              | 2       | 522285 | 2325673 |
|                              | 3       | 522285 | 2325653 |
|                              | 4       | 522265 | 2325653 |
| 3                            | 1       | 522208 | 2325652 |
|                              | 2       | 522228 | 2325652 |
|                              | 3       | 522228 | 2325632 |
|                              | 4       | 522208 | 2325632 |
| 4                            | 1       | 522314 | 2325648 |
|                              | 2       | 522334 | 2325648 |
|                              | 3       | 522334 | 2325628 |
|                              | 4       | 522314 | 2325628 |
| 5                            | 1       | 522229 | 2325613 |

|  |   |        |         |
|--|---|--------|---------|
|  | 2 | 522249 | 2325613 |
|  | 3 | 522249 | 2325593 |
|  | 4 | 522229 | 2325593 |

A continuaci3n se muestran im3genes del trabajo de campo para la vegetaci3n del SAR-AE y el pol3gono del proyecto.

**Figura IV. 84.** T3cnicas realizadas para el trabajo de campo de la vegetaci3n en el SAR-AE y el pol3gono del proyecto: a) delimitaci3n del subsitio 2 de muestreo (2x2 m), para evaluar el estrato herb3ceo; b) medici3n del di3metro a 1.3 m del suelo; c) medici3n de cobertura; d) prensado de muestras bot3nicas; e) etiquetas colocadas para cada ejemplar arb3reo (indicando el n3mero de registro), y f) se3alamiento del v3rtice inicial del sitio de muestreo (V3rtice 1).



Para mayores referencias, en el cap3tulo IX se incluyen las t3cnicas de muestreo establecidas, as3 como la descripci3n de los an3lisis e3ndices para el SAR-AE.

### **e) Resultados del muestreo de la vegetaci3n en el SAR y AE**

Los sitios de muestreo en el SAR-AE se agruparon por tipo de vegetaci3n, para posteriormente realizar la descripci3n de la composici3n y estructura, en cada uno de los tipos de vegetaci3n registrados:

Los sitios M\_VSA/SMQ-VM1 y M\_VSA/SMQ-VM3 (referidos en la Tabla IV. 16), presentaron vegetaci3n caracter3stica de selva mediana subperennifolia en su estadi3 sucesional de vegetaci3n secundaria arb3rea, as3 como elementos de manglar, por lo que se determin3 como una zona de transici3n entre ambos tipos de vegetaci3n, por lo cual se agruparon con el sitio M\_VSA/SMQ2 para la estimaci3n de indicadores, en la vegetaci3n secundaria arb3rea de selva mediana subperennifolia en el pol3gono del proyecto.

Otro tipo de ecosistema registrado correspondi3 a vegetaci3n de matorral costero, presente en los sitios M\_VMC1 y M\_VMC2.

En la siguiente tabla se presenta un listado general de las especies encontradas en ambos ecosistemas presentes en el SAR-AE, y posteriormente se analizar3n por tipo de vegetaci3n:

**Tabla IV. 20** Listado florístico general de especies registradas en la SAR-AE.

| ID | CLASE         | FAMILIA <sup>1</sup> | NOMBRE CIENTÍFICO   | NOMBRE COMÚN      | FC <sup>2</sup> | TV <sup>3</sup> | End <sup>4</sup> | EC <sup>5</sup> |      |       |
|----|---------------|----------------------|---|-------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|------|-------|
|    |               |                      |   |                   |                 |                 |                  | NOM             | IUCN | CITES |
| 1  | Liliopsida    | Arecaceae            | <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830)           | Palma chit        | A, Ar, H        | VSA/SMQ-VM      | -                | A               | -    | -     |
| 2  |               | Bromeliaceae         | <i>Bromelia plumieri</i> (E. Morren) L.B. Sm. (1967)                  | Bromelia          | H               | VSA/SMQ         | -                | -               | -    | -     |
| 3  | Magnoliopsida | Acanthaceae          | <i>Bravaisia berlandieriana</i> (Nees) T.F. Daniel (1988)             | Juluub            | Ar              | VSA/SMQ-VM      | -                | -               | -    | -     |
| 4  |               | Anacardiaceae        | <i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb. (1908)                           | Chechem           | A               | VSA/SMQ-VM      | -                | -               | -    | -     |
| 5  |               | Asteraceae           | <i>Ambrosia hispida</i> Pursh (1813)                                  | Margarita de mar  | H               | VMC             | -                | -               | -    | -     |
| 6  |               | Boraginaceae         | <i>Cordia sebestena</i> L. (1753)                                     | Ciricote de playa | A, Ar           | VSA/SMQ, VMC    | -                | -               | LC   | -     |
| 7  |               |                      | <i>Tournefortia gnaphalodes</i> (L.) R. Br. ex Roem. & Schult. (1819) | Alhucema de costa | Ar              | VMC             | -                | -               | -    | -     |
| 8  |               | Burseraceae          | <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg. (1890)                             | Palo mulato       | A               | VSA/SMQ-VM      | -                | -               | -    | -     |
| 9  |               | Capparaceae          | <i>Capparis incana</i> Kunth (1821)                                   | Matagallina       | A, Ar           | VSA/SMQ-VM, VMC | -                | -               | -    | -     |
| 10 |               | Combretaceae         | <i>Conocarpus erectus</i> L. (1753)                                   | Mangle botoncillo | A               | VSA/SMQ-VM      | -                | A               | LC   | -     |
| 11 |               |                      | <i>Terminalia catappa</i> L. (1767)                                   | Almendro          | A               | VSA/SMQ-VM      | -                | -               | -    | -     |
| 12 |               | Erythroxylaceae      | <i>Erythroxylum confusum</i> Britton (1920)                           | Arabo prieto      | Ar              | VSA/SMQ         | -                | -               | -    | -     |
| 13 |               | Euphorbiaceae        | <i>Gymnanthes lucida</i> Sw. (1788)                                   | Yaití             | Ar              | VSA/SMQ         | -                | -               | -    | -     |
| 14 |               | Fabaceae             | <i>Acacia collinsii</i> Saff. (1910)                                  | Carnizuelo        | A               | VSA/SMQ         | -                | -               | -    | -     |

Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B-Regional del proyecto  
**“Hotel Riviera Canc3n”**

| ID | CLASE | FAMILIA <sup>1</sup> | NOMBRE CIENTIFICO  | NOMBRE COM3N    | FC <sup>2</sup> | TV <sup>3</sup> | End <sup>4</sup> | EC <sup>5</sup> |      |       |
|----|-------|----------------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|------|-------|
|    |       |                      |  |                 |                 |                 |                  | NOM             | IUCN | CITES |
| 15 |       |                      | <i>Havardia platyloba</i> (Bertero ex DC.) Britton & Rose (1928) | Escobetilla     | A               | VSA/SMQ         | -                | -               | -    | -     |
| 16 |       |                      | <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit (1961)                | Guaje           | A               | VSA/SMQ-VM      | -                | -               | -    | -     |
| 17 |       |                      | <i>Lysiloma latisiliqua</i> A. Gray ex Sauvalle (1869)           | Dzalam          | A               | VSA/SMQ-VM      | -                | -               | -    | -     |
| 18 |       |                      | <i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg. (1891)                      | Hab3n           | A               | VSA/SMQ-VM      | -                | -               | -    | -     |
| 19 |       |                      | <i>Pithecellobium keyense</i> Britton (1928)                     | Ya'ax k'aax*    | A, Ar           | VSA/SMQ-VM, VMC | -                | -               | -    | -     |
| 20 |       |                      | <i>Swartzia simplex</i> (Sw.) Spreng. (1825)                     | Naranjito       | A               | VSA/SMQ         | -                | -               | LC   | -     |
| 21 |       | Moraceae             | <i>Ficus maxima</i> Mill. (1768)                                 | Matapalo        | A               | VSA/SMQ-VM      | -                | -               | -    | -     |
| 22 |       |                      | <i>Ficus ovalis</i> (Liebm.) Miq. (1867)                         | Matapalo        | A               | VSA/SMQ         | -                | -               | -    | -     |
| 23 |       |                      | <i>Ficus pertusa</i> L. f. (1782)                                | Matapalo        | A               | VSA/SMQ         | -                | -               | -    | -     |
| 24 |       | Myrtaceae            | <i>Eugenia axillaris</i> (Sw.) Willd. (1799)                     | snc             | A, Ar           | VSA/SMQ-VM      | -                | -               | -    | -     |
| 25 |       | Rubiaceae            | <i>Ernodea littoralis</i> Sw. (1788)                             | Ciricote blanco | H               | VMC             | -                | -               | LC   | -     |
| 26 |       | Sapotaceae           | <i>Bumelia retusa</i> Balb. ex A. DC. (1844)                     | Pico real       | A, Ar           | VMC, VSA/SMQ-VM | -                | -               | -    | -     |
| 27 |       | Rhizophoraceae       | <i>Rhizophora mangle</i> L. (1753)                               | Mangle rojo     | A               | VSA/SMQ-VM      | E-M              | A               | LC   | -     |

**1. Familia:** De acuerdo a Missouri Botanical Garden (2015). **2. FC (Forma de crecimiento):** A, Arb3reo; Ar, Arbustivo; H, Herb3ceo. **3. TV (Tipo de Vegetaci3n):** VMC, vegetaci3n de matorral costero; VSA/SMQ-VM, vegetaci3n secundaria arb3rea de selva mediana subperennifolia-vegetaci3n de manglar; VSA/SMQ, vegetaci3n secundaria arb3rea de selva mediana subperennifolia. **4. End (Endemismo):** E, End3mica; M, M3xico. **5. EC: NOM (NOM-059-SEMARNAT-2010):** A, Amenazada; **IUCN** (Uni3n Internacional para la Conservaci3n de la Naturaleza): LC, Preocupaci3n Menor; **CITES** (Convenci3n Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora). \* Nombre com3n en maya.



En el capítulo IX se encuentra el registro fotográfico de las especies enlistadas anteriormente

A continuación se describirá la composición y estructura en cada tipo de vegetación evaluado en el el SAR-AE:

### **Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia – Vegetación de Manglar (VSA/SMQ-VM)**

Este ecosistema se encuentra compuesto por dos clases, 15 familias, 22 géneros y 24 especies, de las cuales 19 se hicieron presentes en el estrato arbóreo, 7 en el arbustivo y 2 en el estrato herbáceo. En la siguiente tabla se presenta el listado de las especies que componen este ecosistema.

**Tabla IV. 21.** Listado florístico de especies registradas en Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia – Vegetación de Manglar. SAR-AE.

| FAMILIA                    | NOMBRE CIENTÍFICO   | NOMBRE COMÚN      | FC <sup>1</sup> | End <sup>2</sup> | EC <sup>3</sup> |      |       |
|----------------------------|---|-------------------|-----------------|------------------|-----------------|------|-------|
|                            |   |                   |                 |                  | NOM             | IUCN | CITES |
| <b>Clase Liliopsida</b>    |   |                   |                 |                  |                 |      |       |
| Areaceae                   | <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | Palma chit        | A, Ar, H        | -                | A               | -    | -     |
| Bromeliaceae               | <i>Bromelia plumieri</i> (E. Morren) L.B. Sm. (1967)        | Bromelia          | H               | -                | -               | -    | -     |
| <b>Clase Magnoliopsida</b> |   |                   |                 |                  |                 |      |       |
| Acanthaceae                | <i>Bravaisia berlandieriana</i> (Nees) T.F. Daniel (1988)   | Juluub            | Ar              | -                | -               | -    | -     |
| Anacardiaceae              | <i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb. (1908)                 | Chechem           | A               | -                | -               | -    | -     |
| Boraginaceae               | <i>Cordia sebestena</i> L. (1753)                           | Ciricote de playa | A, Ar           | -                | -               | LC   | -     |
| Burseraceae                | <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.                          | Palo mulato       | A               | -                | -               | -    | -     |



Documento Técnico Unificado (DTU) Modalidad B-Regional del proyecto  
**“Hotel Riviera Cancún”**

| FAMILIA         | NOMBRE CIENTÍFICO  | NOMBRE COMÚN      | FC <sup>1</sup> | End <sup>2</sup> | EC <sup>3</sup> |      |       |
|-----------------|--|-------------------|-----------------|------------------|-----------------|------|-------|
|                 |  |                   |                 |                  | NOM             | IUCN | CITES |
|                 | (1890)   |                   |                 |                  |                 |      |       |
| Capparaceae     | <i>Capparis incana</i> Kunth (1821)                              | Matagallina       | A, Ar           | -                | -               | -    | -     |
| Combretaceae    | <i>Conocarpus erectus</i> L. (1753)                              | Mangle botoncillo | A               | -                | A               | LC   | -     |
|                 | <i>Terminalia catappa</i> L. (1767)                              | Almendro          | A               | -                | -               | -    | -     |
| Erythroxylaceae | <i>Erythroxylum confusum</i> Britton (1920)                      | Arabo prieto      | Ar              | -                | -               | -    | -     |
| Euphorbiaceae   | <i>Gymnanthes lucida</i> Sw. (1788)                              | Yaití             | Ar              | -                | -               | -    | -     |
| Fabaceae        | <i>Acacia collinsii</i> Saff. (1910)                             | Carnizuelo        | A               | -                | -               | -    | -     |
|                 | <i>Havardia platyloba</i> (Bertero ex DC.) Britton & Rose (1928) | Escobetilla       | A               | -                | -               | -    | -     |
|                 | <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit (1961)                | Guaje             | A               | -                | -               | -    | -     |
|                 | <i>Lysiloma latisiliqua</i> A. Gray ex Sauvalle (1869)           | Dzalam            | A               | -                | -               | -    | -     |
|                 | <i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg. (1891)                      | Habín             | A               | -                | -               | -    | -     |
|                 | <i>Pithecellobium keyense</i> Britton (1928)                     | Ya'ax k'aax*      | A, Ar           | -                | -               | -    | -     |
|                 | <i>Swartzia simplex</i> (Sw.) Spreng. (1825)                     | Naranjito         | A               | -                | -               | LC   | -     |
| Moraceae        | <i>Ficus maxima</i> Mill. (1768)                                 | Matapalo          | A               | -                | -               | -    | -     |
|                 | <i>Ficus ovalis</i> (Liebm.) Miq. (1867)                         | Matapalo          | A               | -                | -               | -    | -     |
|                 | <i>Ficus pertusa</i> L. f. (1782)                                | Matapalo          | A               | -                | -               | -    | -     |
| Myrtaceae       | <i>Eugenia axillaris</i> (Sw.) Willd. (1799)                     | snc               | A, Ar           | -                | -               | -    | -     |
| Sapotaceae      | <i>Bumelia retusa</i> Balb. ex A. DC. (1844)                     | Pico real         | A, Ar           | -                | -               | -    | -     |
| Rhizophoraceae  | <i>Rhizophora mangle</i> L. (1753)                               | Mangle rojo       | A               | E-M              | A               | LC   | -     |

Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B-Regional del proyecto  
**“Hotel Riviera Canc3n”**

---

**1. FC (Forma de crecimiento):** A, Arb3reo; Ar, Arbustivo; H, Herb3ceo. **2. End (Endemismo):** E, End3mica; M, M3xico. **3. EC (Estado de conservaci3n): NOM (NOM-059-SEMARNAT-2010):** A, Amenazada; **IUCN** (Uni3n Internacional para la Conservaci3n de la Naturaleza): LC, Preocupaci3n Menor; **CITES** (Convenci3n Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora).

Acontinuaci3n se presentan los resultados de los indicadores de diversidad y estructura referidos en el apartado de “muestro de la vegetaci3n presente en el SAR-AE y pol3gono del proyecto”, para cada uno de los estratos presentes en este ecosistema:

***Estrato arb3reo***

- Descripci3n general del estrato

En este estrato se consideraron las especies que tuvieron una altura m3nima a los 5 metros y en el cual se registrar3n especies con una altura m3xima a los 9 metros. Las siguientes tablas se muestran los valores promedio de DAP, 3rea basal, altura y cobertura, as3 como abundancia relativa obtenidos de manera general para el estrato, y enseguida por especie.

**Tabla IV. 22** Par3metros descriptivos de la estructura general del estrato arb3reo en VSA/SMQ-MV (SAR-AE).

| Par3metro | DAP (cm) | 3rea basal (m <sup>2</sup> ) | Altura (m) | Cobertura (m <sup>2</sup> ) |
|-----------|----------|------------------------------|------------|-----------------------------|
| Promedio  | 10.96    | 0.0115                       | 6.93       | 4.9220                      |
| M3xima    | 40       | 0.1257                       | 9          | 33.1831                     |
| M3nima    | 5        | 0.0020                       | 3          | 0.6362                      |

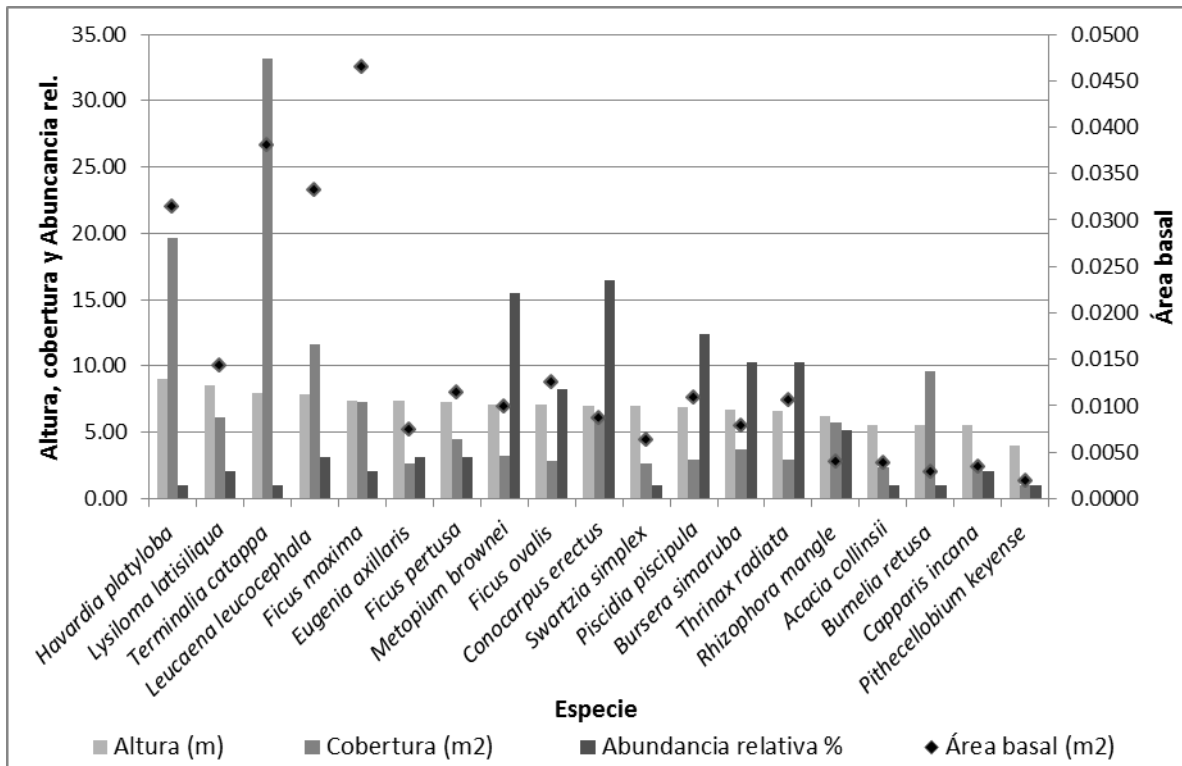
Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B-Regional del proyecto  
**“Hotel Riviera Canc3n”**

**Tabla IV. 23** Par3metros descriptivos de la estructura por especie del estrato arb3reo en VSA/SMQ-VM (SAR-AE)

| Nombre cient3fico             | Promedios |                              |            |                             | Abundancia relativa % |
|-------------------------------|-----------|------------------------------|------------|-----------------------------|-----------------------|
|                               | DAP (cm)  | 3rea basal (m <sup>2</sup> ) | Altura (m) | Cobertura (m <sup>2</sup> ) |                       |
| <i>Havardia platyloba</i>     | 20.00     | 0.0314                       | 9.00       | 19.63                       | 1.03                  |
| <i>Lysiloma latisiliqua</i>   | 13.50     | 0.0143                       | 8.50       | 6.14                        | 2.06                  |
| <i>Terminalia catappa</i>     | 22.00     | 0.0380                       | 8.00       | 33.18                       | 1.03                  |
| <i>Leucaena leucocephala</i>  | 17.67     | 0.0332                       | 7.83       | 11.63                       | 3.09                  |
| <i>Ficus maxima</i>           | 21.75     | 0.0464                       | 7.38       | 7.25                        | 2.06                  |
| <i>Eugenia axillaris</i>      | 9.33      | 0.0074                       | 7.33       | 2.63                        | 3.09                  |
| <i>Ficus pertusa</i>          | 11.75     | 0.0115                       | 7.25       | 4.53                        | 3.09                  |
| <i>Metopium brownei</i>       | 10.33     | 0.0099                       | 7.07       | 3.25                        | 15.46                 |
| <i>Ficus ovalis</i>           | 12.00     | 0.0125                       | 7.06       | 2.83                        | 8.25                  |
| <i>Conocarpus erectus</i>     | 9.93      | 0.0087                       | 7.00       | 6.01                        | 16.49                 |
| <i>Swartzia simplex</i>       | 9.00      | 0.0064                       | 7.00       | 2.69                        | 1.03                  |
| <i>Piscidia piscipula</i>     | 11.08     | 0.0109                       | 6.92       | 2.96                        | 12.37                 |
| <i>Bursera simaruba</i>       | 9.70      | 0.0079                       | 6.75       | 3.70                        | 10.31                 |
| <i>Thrinax radiata</i>        | 11.40     | 0.0107                       | 6.65       | 2.98                        | 10.31                 |
| <i>Rhizophora mangle</i>      | 7.00      | 0.0039                       | 6.20       | 5.69                        | 5.15                  |
| <i>Acacia collinsii</i>       | 7.00      | 0.0038                       | 5.50       | 2.41                        | 1.03                  |
| <i>Bumelia retusa</i>         | 6.00      | 0.0029                       | 5.50       | 9.62                        | 1.03                  |
| <i>Capparis incana</i>        | 6.50      | 0.0035                       | 5.50       | 2.60                        | 2.06                  |
| <i>Pithecellobium keyense</i> | 5.00      | 0.0020                       | 4.00       | 1.04                        | 1.03                  |

En la siguiente figura se pueden visualizar los par3metros indicados en la tabla anterior.

Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B-Regional del proyecto  
**“Hotel Riviera Canc3n”**



**Figura IV. 85** Estructura general del estrato arb3reo (VSA/SMQ-VM)

- Indicadores de diversidad y abundancia relativa

En la siguiente tabla se desglosa la estimaci3n de los indicadores de diversidad (Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Pielou), para el estrato arb3reo:

**Tabla IV. 24** Índices de Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Equidad de Pielou para el estrato arb3reo. SAR-AE (VSA/SMQ-VM).

| Nombre com3n      | Nombre cient3fico                            | ni | pi     | pi <sup>2</sup> | -pi*Ln*pi |
|-------------------|--|----|--------|-----------------|-----------|
| Carnizuelo        | <i>Acacia collinsii</i> Saff. (1910)         | 1  | 0.0103 | 0.0001          | 0.0472    |
| Pico real         | <i>Bumelia retusa</i> Balb. ex A. DC. (1844) | 1  | 0.0103 | 0.0001          | 0.0472    |
| Palo mulato       | <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg. (1890)    | 10 | 0.1031 | 0.0106          | 0.2342    |
| Matagallina       | <i>Capparis incana</i> Kunth (1821)          | 2  | 0.0206 | 0.0004          | 0.0800    |
| Mangle botoncillo | <i>Conocarpus erectus</i> L. (1753)          | 16 | 0.1649 | 0.0272          | 0.2973    |

Documento Técnico Unificado (DTU) Modalidad B-Regional del proyecto  
**“Hotel Riviera Cancún”**

| Nombre común                              | Nombre científico  | ni        | pi            | pi <sup>2</sup> | -pi*Ln*pi     |
|---|--|-----------|---------------|-----------------|---------------|
| Escobetilla                               | <i>Havardia platyloba (Bertero ex DC.) Britton &amp; Rose (1928)</i> | 1         | 0.0103        | 0.0001          | 0.0472        |
| snc                                       | <i>Eugenia axillaris (Sw.) Willd. (1799)</i>                         | 3         | 0.0309        | 0.0010          | 0.1075        |
| Matapalo                                  | <i>Ficus maxima Mill. (1768)</i>                                     | 2         | 0.0206        | 0.0004          | 0.0800        |
| Matapalo                                  | <i>Ficus ovalis (Liebm.) Miq. (1867)</i>                             | 8         | 0.0825        | 0.0068          | 0.2058        |
| Matapalo                                  | <i>Ficus pertusa L. f. (1782)</i>                                    | 3         | 0.0309        | 0.0010          | 0.1075        |
| Guaje                                     | <i>Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit (1961)</i>                    | 3         | 0.0309        | 0.0010          | 0.1075        |
| Dzalam                                    | <i>Lysiloma latisiliqua A. Gray ex Sauvalle (1869)</i>               | 2         | 0.0206        | 0.0004          | 0.0800        |
| Chechem                                   | <i>Metopium brownei (Jacq.) Urb. (1908)</i>                          | 15        | 0.1546        | 0.0239          | 0.2887        |
| Habín                                     | <i>Piscidia piscipula (L.) Sarg. (1891)</i>                          | 12        | 0.1237        | 0.0153          | 0.2585        |
| Huamuchil                                 | <i>Pithecellobium keyense Britton (1928)</i>                         | 1         | 0.0103        | 0.0001          | 0.0472        |
| Mangle rojo                               | <i>Rhizophora mangle L. (1753)</i>                                   | 5         | 0.0515        | 0.0027          | 0.1528        |
| Naranjito                                 | <i>Swartzia simplex (Sw.) Spreng. (1825)</i>                         | 1         | 0.0103        | 0.0001          | 0.0472        |
| Almendro                                  | <i>Terminalia catappa L. (1767)</i>                                  | 1         | 0.0103        | 0.0001          | 0.0472        |
| Palma chit                                | <i>Thrinax radiata Lodd. ex Schult. &amp; Schult. f. (1830)</i>      | 10        | 0.1031        | 0.0106          | 0.2342        |
| <b>Sumatoria ( <math>\Sigma</math> )=</b> |  | <b>97</b> | <b>1.0000</b> | <b>0.1019</b>   | <b>2.5172</b> |

Dónde:

|  |        |
|--|--------|
| Riqueza específica (S)=                | 19     |
| Índice de Margalef (Dmg)=              | 3.9347 |
| Índice de Simpson (D)=                 | 0.1019 |
| Diversidad de Simpson (1-D)=           | 0.8981 |
| Índice de Shannon-Wiener (H')=         | 2.5172 |
| Máxima diversidad (H <sub>max</sub> )= | 2.9444 |
| Equidad de Pielou (J') =               | 0.8549 |
| H <sub>max</sub> - H' =                | 0.4273 |

Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B-Regional del proyecto  
**“Hotel Riviera Canc3n”**

El estrato arb3reo est3 representado por una riqueza de 19 especies, las cuales presentan una uniformidad en su distribuci3n de 0.8549 seg3n el 3ndice de Equidad de Pielou (J'), este dato indica que la presencia de especies dominantes en este estrato es muy baja, lo cual se puede corroborar con el 3ndice de Simpson, el cual expresado en t3rminos de dominancia da un valor de 0.1019, mismo que resulta bajo si consideramos que el m3ximo ser3a de 1. En cuanto al 3ndice de Shannon-Wiener (H'), este presenta un valor alto comparado con el de la m3xima diversidad que podr3a alcanzar el estrato.

En la siguiente tabla se pueden observar que las especies que estar3an ocasionando el valor de 0.1019 para el 3ndice de dominancia de Simpson corresponden a: *Conocarpus erectus*, *Metopium brownei*, *Piscidia piscipula*, *Thrinax radiata* y *Bursera simaruba*, en orden de mayor a menor abundancia respectivamente.

**Tabla IV. 25** Abundancia relativa. Estrato arb3reo. SAR-AE (VSA/SMQ-VM).

| Nombre cient3fico  | Abundancia relativa % |
|--|-----------------------|
| <i>Acacia collinsii</i> Saff. (1910)                             | 1.03                  |
| <i>Bumelia retusa</i> Balb. ex A. DC. (1844)                     | 1.03                  |
| <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg. (1890)                        | 10.31                 |
| <i>Capparis incana</i> Kunth (1821)                              | 2.06                  |
| <i>Conocarpus erectus</i> L. (1753)                              | 16.49                 |
| <i>Havardia platyloba</i> (Bertero ex DC.) Britton & Rose (1928) | 1.03                  |
| <i>Eugenia axillaris</i> (Sw.) Willd. (1799)                     | 3.09                  |
| <i>Ficus maxima</i> Mill. (1768)                                 | 2.06                  |
| <i>Ficus ovalis</i> (Liebm.) Miq. (1867)                         | 8.25                  |
| <i>Ficus pertusa</i> L. f. (1782)                                | 3.09                  |
| <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit (1961)                | 3.09                  |
| <i>Lysiloma latisiliqua</i> A. Gray ex Sauvalle (1869)           | 2.06                  |
| <i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb. (1908)                      | 15.46                 |

Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B-Regional del proyecto  
 “Hotel Riviera Canc3n”

| Nombre cient3fico   | Abundancia relativa % |
|---|-----------------------|
| <i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg. (1891)                 | 12.37                 |
| <i>Pithecellobium keyense</i> Britton (1928)                | 1.03                  |
| <i>Rhizophora mangle</i> L. (1753)                          | 5.15                  |
| <i>Swartzia simplex</i> (Sw.) Spreng. (1825)                | 1.03                  |
| <i>Terminalia catappa</i> L. (1767)                         | 1.03                  |
| <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | 10.31                 |
| <b>Total=</b>   | <b>100.00</b>         |

- 3ndice de valor de importancia

Por su parte el 3ndice de valor de importancia muestra cuales son las especies con mayor relevancia en este estrato, por su densidad, dominancia (3rea basal o cobertura ocupada) y frecuencia de aparici3n.

*3ndice de Valor de Importancia con Dominancia=3rea basal*

En la siguiente tabla se muestra el 3ndice de valor de importancia tomando en cuenta el 3rea basal para el par3metro de dominancia.

**Tabla IV. 26** 3ndice de Valor de Importancia para el estrato arb3reo. SAR-AE (VSA/SMQ-VM) con dominancia=3rea basal.

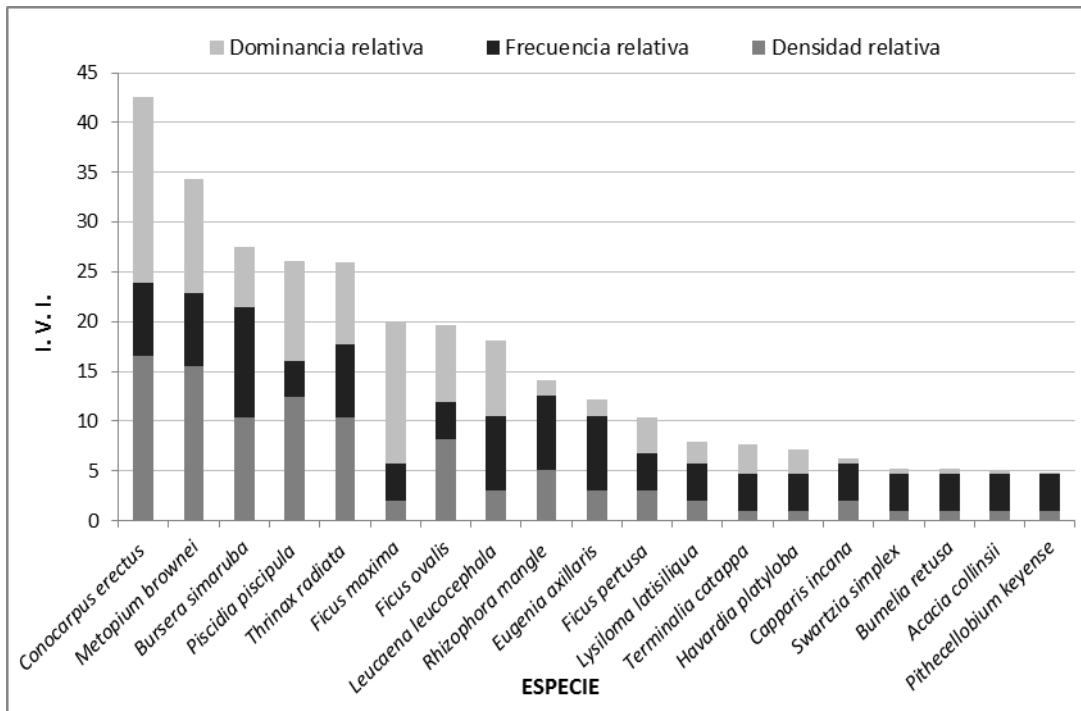
| Nombre cient3fico   | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Dominancia relativa | I.V.I.  |
|---|-------------------|---------------------|---------------------|---------|
| <i>Conocarpus erectus</i> L. (1753)                         | 16.4948           | 7.4074              | 18.6439             | 42.5461 |
| <i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb. (1908)                 | 15.4639           | 7.4074              | 11.3995             | 34.2708 |
| <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg. (1890)                   | 10.3093           | 11.1111             | 6.0520              | 27.4724 |
| <i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg. (1891)                 | 12.3711           | 3.7037              | 10.0024             | 26.0772 |
| <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | 10.3093           | 7.4074              | 8.1778              | 25.8945 |
| <i>Ficus maxima</i> Mill. (1768)                            | 2.0619            | 3.7037              | 14.2418             | 20.0074 |



Documento Técnico Unificado (DTU) Modalidad B-Regional del proyecto  
**“Hotel Riviera Cancún”**

| Nombre científico  | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Dominancia relativa | I.V.I.     |
|--|-------------------|---------------------|---------------------|------------|
| <i>Ficus ovalis</i> (Liebm.) Miq. (1867)                         | 8.2474            | 3.7037              | 7.6719              | 19.6231    |
| <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit (1961)                | 3.0928            | 7.4074              | 7.6418              | 18.1420    |
| <i>Rhizophora mangle</i> L. (1753)                               | 5.1546            | 7.4074              | 1.5115              | 14.0735    |
| <i>Eugenia axillaris</i> (Sw.) Willd. (1799)                     | 3.0928            | 7.4074              | 1.6982              | 12.1984    |
| <i>Ficus pertusa</i> L. f. (1782)                                | 3.0928            | 3.7037              | 3.5228              | 10.3193    |
| <i>Lysiloma latisiliqua</i> A. Gray ex Sauvalle (1869)           | 2.0619            | 3.7037              | 2.1980              | 7.9636     |
| <i>Terminalia catappa</i> L. (1767)                              | 1.0309            | 3.7037              | 2.9146              | 7.6492     |
| <i>Havardia platyloba</i> (Bertero ex DC.) Britton & Rose (1928) | 1.0309            | 3.7037              | 2.4088              | 7.1434     |
| <i>Capparis incana</i> Kunth (1821)                              | 2.0619            | 3.7037              | 0.5360              | 6.3015     |
| <i>Swartzia simplex</i> (Sw.) Spreng. (1825)                     | 1.0309            | 3.7037              | 0.4878              | 5.2224     |
| <i>Bumelia retusa</i> Balb. ex A. DC. (1844)                     | 1.0309            | 3.7037              | 0.4456              | 5.1803     |
| <i>Acacia collinsii</i> Saff. (1910)                             | 1.0309            | 3.7037              | 0.2951              | 5.0297     |
| <i>Pithecellobium keyense</i> Britton (1928)                     | 1.0309            | 3.7037              | 0.1505              | 4.8852     |
| Sup. Muestreada=1200 m <sup>2</sup>                              | <b>100</b>        | <b>100</b>          | <b>100</b>          | <b>300</b> |

Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B-Regional del proyecto  
**“Hotel Riviera Canc3n”**



**Figura IV. 86** Representaci3n gr3fica del I.V.I. Estrato arb3reo. SAR-AE (VSA/SMQ-VM) con dominancia=3rea basal.

Como se puede observar en la figura anterior, las especies con mayor valor de importancia en el estrato arb3reo (con dominancia=3rea basal) son *Conocarpus erectus*, *Metopium brownei*, *Bursera simaruba*, *Piscidia piscipula* y *Thrinax radiata*.

*3ndice de Valor de Importancia con dominancia=cobertura*

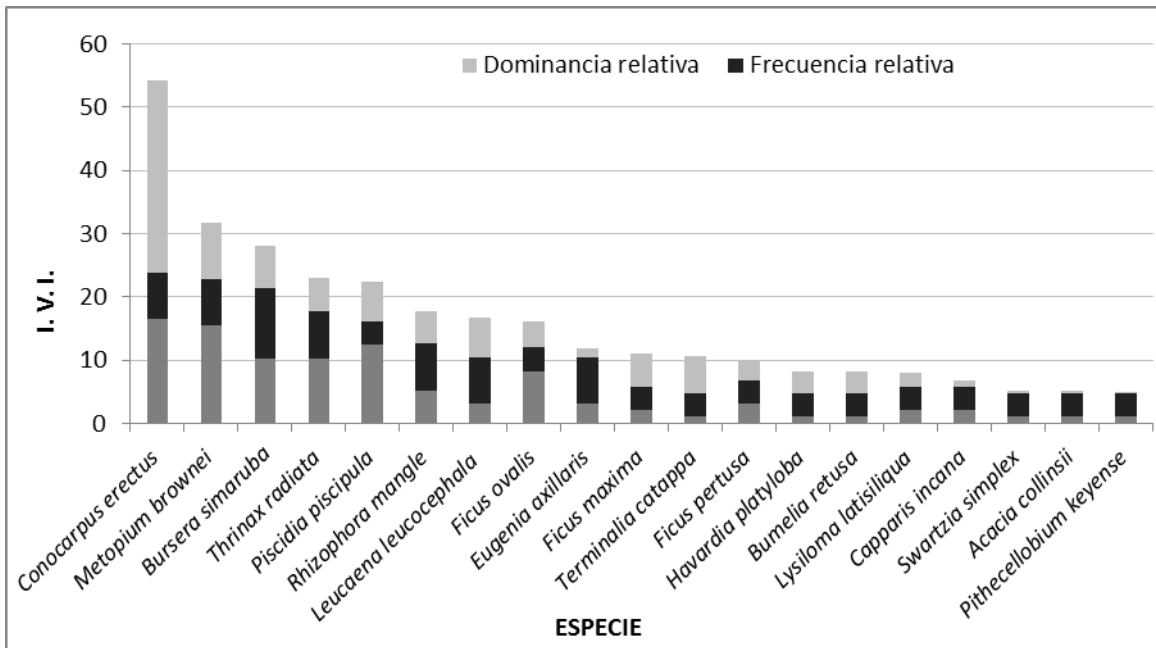
En la siguiente tabla se muestra el 3ndice de valor de importancia por especie, tomando en cuenta el valor de cobertura para el par3metro dominancia.

Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B-Regional del proyecto  
 “Hotel Riviera Canc3n”

**Tabla IV. 27** 3ndice de Valor de Importancia para el estrato arb3reo (VSA/SMQ-VM), con  
 Dominancia=cobertura.

| Nombre cient3fico  | Densidad<br>relativa | Frecuencia<br>relativa | Dominancia<br>relativa | I.V.I.     |
|--|----------------------|------------------------|------------------------|------------|
| <i>Conocarpus erectus L. (1753)</i>                                  | 16.4948              | 7.4074                 | 30.2693                | 54.1715    |
| <i>Metopium brownei (Jacq.) Urb. (1908)</i>                          | 15.4639              | 7.4074                 | 8.7692                 | 31.6405    |
| <i>Bursera simaruba (L.) Sarg. (1890)</i>                            | 10.3093              | 11.1111                | 6.6574                 | 28.0778    |
| <i>Thrinax radiata Lodd. ex Schult. &amp; Schult. f. (1830)</i>      | 10.3093              | 7.4074                 | 5.3639                 | 23.0806    |
| <i>Piscidia piscipula (L.) Sarg. (1891)</i>                          | 12.3711              | 3.7037                 | 6.3856                 | 22.4604    |
| <i>Rhizophora mangle L. (1753)</i>                                   | 5.1546               | 7.4074                 | 5.1189                 | 17.6809    |
| <i>Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit (1961)</i>                    | 3.0928               | 7.4074                 | 6.2729                 | 16.7731    |
| <i>Ficus ovalis (Liebm.) Miq. (1867)</i>                             | 8.2474               | 3.7037                 | 4.0686                 | 16.0198    |
| <i>Eugenia axillaris (Sw.) Willd. (1799)</i>                         | 3.0928               | 7.4074                 | 1.4209                 | 11.9211    |
| <i>Ficus maxima Mill. (1768)</i>                                     | 2.0619               | 3.7037                 | 5.2160                 | 10.9815    |
| <i>Terminalia catappa L. (1767)</i>                                  | 1.0309               | 3.7037                 | 5.9662                 | 10.7008    |
| <i>Ficus pertusa L. f. (1782)</i>                                    | 3.0928               | 3.7037                 | 3.2567                 | 10.0532    |
| <i>Havardia platyloba (Bertero ex DC.) Britton &amp; Rose (1928)</i> | 1.0309               | 3.7037                 | 3.5303                 | 8.2649     |
| <i>Bumelia retusa Balb. ex A. DC. (1844)</i>                         | 1.0309               | 3.7037                 | 3.4597                 | 8.1943     |
| <i>Lysiloma latisiliqua A. Gray ex Sauvalle (1869)</i>               | 2.0619               | 3.7037                 | 2.2064                 | 7.9720     |
| <i>Capparis incana Kunth (1821)</i>                                  | 2.0619               | 3.7037                 | 0.9355                 | 6.7011     |
| <i>Swartzia simplex (Sw.) Spreng. (1825)</i>                         | 1.0309               | 3.7037                 | 0.4833                 | 5.2179     |
| <i>Acacia collinsii Saff. (1910)</i>                                 | 1.0309               | 3.7037                 | 0.4325                 | 5.1671     |
| <i>Pithecellobium keyense Britton (1928)</i>                         | 1.0309               | 3.7037                 | 0.1868                 | 4.9214     |
| Sup. Muestreada=1200 m <sup>2</sup>                                  | <b>100</b>           | <b>100</b>             | <b>100</b>             | <b>300</b> |

Como se puede apreciar en la siguiente gr3fica, al reemplazar la dominancia de 3rea basal por el valor de cobertura, las especies con mayor o menor valor de importancia conservan su orden, mientras que las de valores intermedios cambian.



**Figura IV. 87** Representaci3n gr3fica del I.V.I. con Dominancia=cobertura. Estrato arb3reo (VSA/SMQ-VM).

### Estrato arbustivo

- Descripci3n general del estrato

Este estrato incluye a las especies que presentar3n una altura de 2.68 a 5 metros. En las siguientes tablas se muestran los valores promedio de altura y cobertura, de manera general para el estrato y posteriormente por especie.

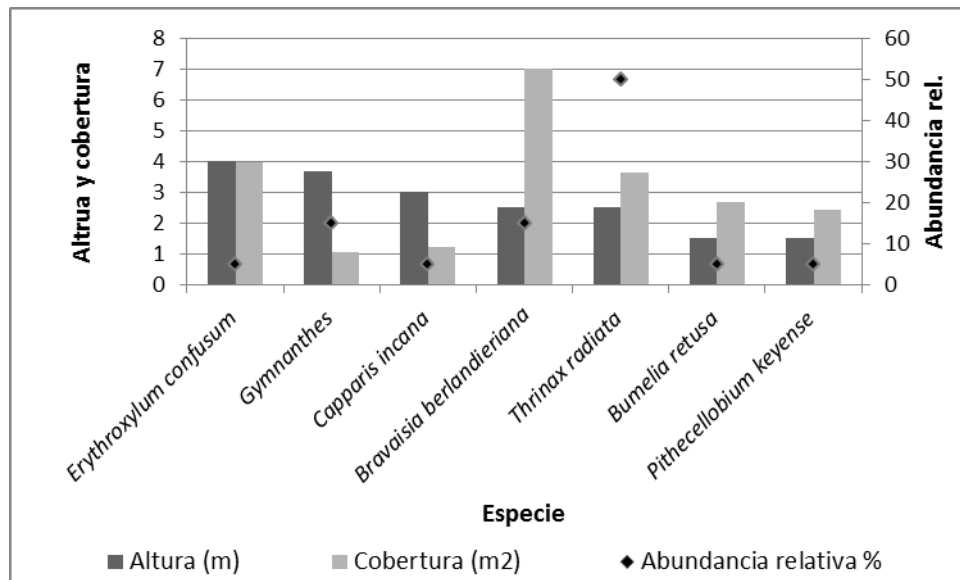
**Tabla IV. 28.** Par3metros descriptivos de la estructura general del estrato arbustivo en VSA/SMQ-VM (SAR-AE).

| Par3metro | Altura (m) | Cobertura (m <sup>2</sup> ) |
|-----------|------------|-----------------------------|
| Promedio  | 2.68       | 3.5315                      |
| M3xima    | 5          | 11.0447                     |
| M3nima    | 1.5        | 0.2827                      |

**Tabla IV. 29** Par3metros descriptivos de la estructura por especie del estrato arbustivo en VSA/SMQ-VM (SAR-AE).

| Especie                         | Promedios  |                             | Abundancia relativa % |
|---------------------------------|------------|-----------------------------|-----------------------|
|                                 | Altura (m) | Cobertura (m <sup>2</sup> ) |                       |
| <i>Erythroxylum confusum</i>    | 4.00       | 3.98                        | 5                     |
| <i>Gymnanthes</i>               | 3.67       | 1.04                        | 15                    |
| <i>Capparis incana</i>          | 3.00       | 1.23                        | 5                     |
| <i>Bravaisia berlandieriana</i> | 2.50       | 6.99                        | 15                    |
| <i>Thrinax radiata</i>          | 2.50       | 3.62                        | 50                    |
| <i>Bumelia retusa</i>           | 1.50       | 2.69                        | 5                     |
| <i>Pithecellobium keyense</i>   | 1.50       | 2.41                        | 5                     |

En la siguiente figura se puede observar que la especie con mayor relevancia en el estrato arbustivo por su abundancia es *Thrinax radiata*, y por su cobertura es *Bravaisia berlandieriana*.



**Figura IV. 88** Estructura general del estrato arbustivo (VSA/SMQ-VM)

- Indicadores de diversidad y abundancia relativa

En la siguiente tabla se desglosa la estimación de los indicadores de diversidad (Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Pielou), para el estrato arbustivo.

**Tabla IV. 30.** Índices de Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Equidad de Pielou para el estrato arbustivo.  
 SAR-AE (VSA/SMQ-VM).

| Nombre común          | Nombre científico   | ni        | pi            | pi <sup>2</sup> | -pi*Ln*pi     |
|-----------------------|---|-----------|---------------|-----------------|---------------|
| Juluub                | <i>Bravaisia berlandieriana (Nees) T.F. Daniel (1988)</i>       | 3         | 0.1500        | 0.0225          | 0.2846        |
| Pico real             | <i>Bumelia retusa Balb. ex A. DC. (1844)</i>                    | 1         | 0.0500        | 0.0025          | 0.1498        |
| Matagallina           | <i>Capparis incana Kunth (1821)</i>                             | 1         | 0.0500        | 0.0025          | 0.1498        |
| Arabo prieto          | <i>Erythroxyllum confusum Britton (1920)</i>                    | 1         | 0.0500        | 0.0025          | 0.1498        |
| Yaití                 | <i>Gymnanthes lucida Sw. (1788)</i>                             | 3         | 0.1500        | 0.0225          | 0.2846        |
| Huamuchil             | <i>Pithecellobium keyense Britton (1928)</i>                    | 1         | 0.0500        | 0.0025          | 0.1498        |
| Palma chit            | <i>Thrinax radiata Lodd. ex Schult. &amp; Schult. f. (1830)</i> | 10        | 0.5000        | 0.2500          | 0.3466        |
| <b>Sumatoria (Σ)=</b> |   | <b>20</b> | <b>1.0000</b> | <b>0.3050</b>   | <b>1.5149</b> |

|  |        |
|--|--------|
| Riqueza específica (S)=                | 7      |
| Índice de Margalef (Dmg)=              | 2.0028 |
| Índice de Simpson (D)=                 | 0.3050 |
| Diversidad de Simpson (1-D)=           | 0.6950 |
| Dónde: Índice de Shannon-Wiener (H')=  | 1.5149 |
| Máxima diversidad (H <sub>max</sub> )= | 1.9459 |
| Equidad de Pielou (J') =               | 0.7785 |
| H <sub>max</sub> - H' =                | 0.4311 |

El estrato arbustivo está representado por una riqueza de 7 especies, las cuales presentan una uniformidad en su distribución de 0.7785 según el índice de Equidad de Pielou (J'),

este dato indica que hay presencia de especies dominantes en este estrato representada por el 3ndice de Simpson, el cual expresado en t3rminos de dominancia da un valor de 0.3050. En cuanto al 3ndice de Shannon-Wiener ( $H'$ ), este presenta un valor cercano al de la m3xima diversidad que podr3a alcanzar el estrato. Los indicadores para este estrato sugieren que por lo menos una tercera parte de las especies presentes estar3an dominando claramente sobre el resto.

En la siguiente tabla se pueden observar que las especies que estar3an ocasionando el valor de 0.3050 para el 3ndice de dominancia de Simpson son: *Trinax radiata*, *Gymnanthes lucida* y *Bravaisia berlandieriana*, en orden de mayor a menor abundancia respectivamente.

**Tabla IV. 31.** Abundancia relativa. Estrato arbustivo SAR-AE (VSA/SMQ-VM).

| Nombre cient3fico   | Abundancia relativa % |
|---|-----------------------|
| <i>Bravaisia berlandieriana</i> (Nees) T.F. Daniel (1988)   | 15.00                 |
| <i>Bumelia retusa</i> Balb. ex A. DC. (1844)                | 5.00                  |
| <i>Capparis incana</i> Kunth (1821)                         | 5.00                  |
| <i>Erythroxylum confusum</i> Britton (1920)                 | 5.00                  |
| <i>Gymnanthes lucida</i> Sw. (1788)                         | 15.00                 |
| <i>Pithecellobium keyense</i> Britton (1928)                | 5.00                  |
| <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | 50.00                 |
| <b>Total=</b>   | <b>100.00</b>         |

Por su parte, el 3ndice de valor de importancia muestra cuales son las especies con mayor relevancia en este estrato, por su densidad, cobertura y frecuencia de aparici3n (ver siguiente tabla).

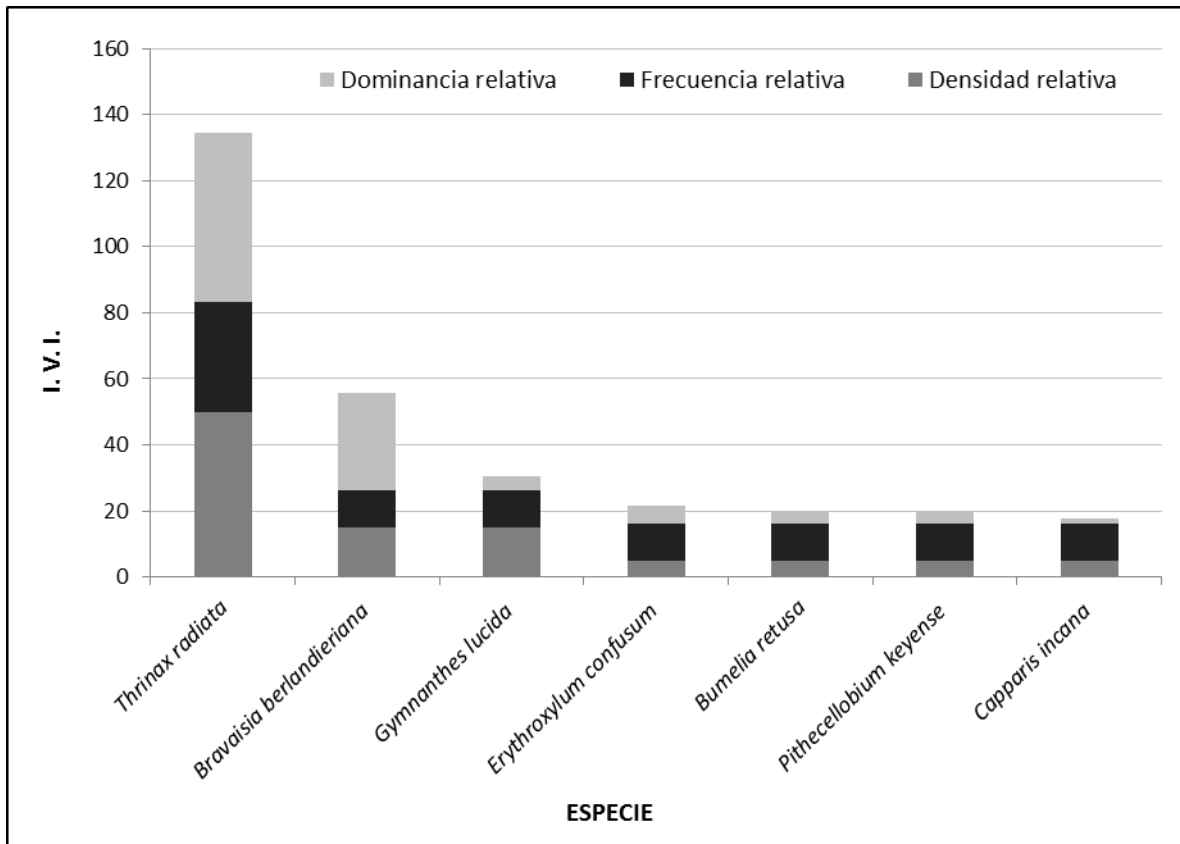


Documento Técnico Unificado (DTU) Modalidad B-Regional del proyecto  
**“Hotel Riviera Cancún”**

**Tabla IV. 32** Índice de Valor de Importancia para el estrato arbustivo. SAR-AE (VSA/SMQ-VM).

| Nombre científico   | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Dominancia relativa | I.V.I.          |
|---|-------------------|---------------------|---------------------|-----------------|
| <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | 50.0000           | 33.3333             | 51.3149             | 134.6482        |
| <i>Bravaisia berlandieriana</i> (Nees) T.F. Daniel (1988)   | 15.0000           | 11.1111             | 29.6759             | 55.7870         |
| <i>Gymnanthes lucida</i> Sw. (1788)                         | 15.0000           | 11.1111             | 4.4312              | 30.5423         |
| <i>Erythroxyllum confusum</i> Britton (1920)                | 5.0000            | 11.1111             | 5.6294              | 21.7405         |
| <i>Bumelia retusa</i> Balb. ex A. DC. (1844)                | 5.0000            | 11.1111             | 3.8057              | 19.9168         |
| <i>Pithecellobium keyense</i> Britton (1928)                | 5.0000            | 11.1111             | 3.4054              | 19.5165         |
| <i>Capparis incana</i> Kunth (1821)                         | 5.0000            | 11.1111             | 1.7375              | 17.8486         |
| Sup. Muestreada=300 m <sup>2</sup>                          | <b>100.0000</b>   | <b>100.0000</b>     | <b>100.0000</b>     | <b>300.0000</b> |

En la siguiente figura se pueden observar las especies con mayor valor de importancia en el estrato arbustivo, que corresponden a *Thrinax radiata*, *Bravaisia berlandieriana* y *Gymnanthes lucida*.



**Figura IV. 89** Representaci3n gr3fica del I.V.I. Estrato arbustivo. SAR-AE (VSA/SMQ-VM).

### ***Estrato herb3ceo***

- Descripci3n general del estrato

Este estrato esta compuesto por las especies que presentar3n una altura de 0.20 - 0.78 m. La siguiente tabla muestra los valores promedio de altura y cobertura de manera general para este estrato y enseguida se muestran los valores por especie.

**Tabla IV. 33** Par3metros descriptivos de la estructura general del estrato herb3ceo en VSA/SMQ-VM (SAR-AE)

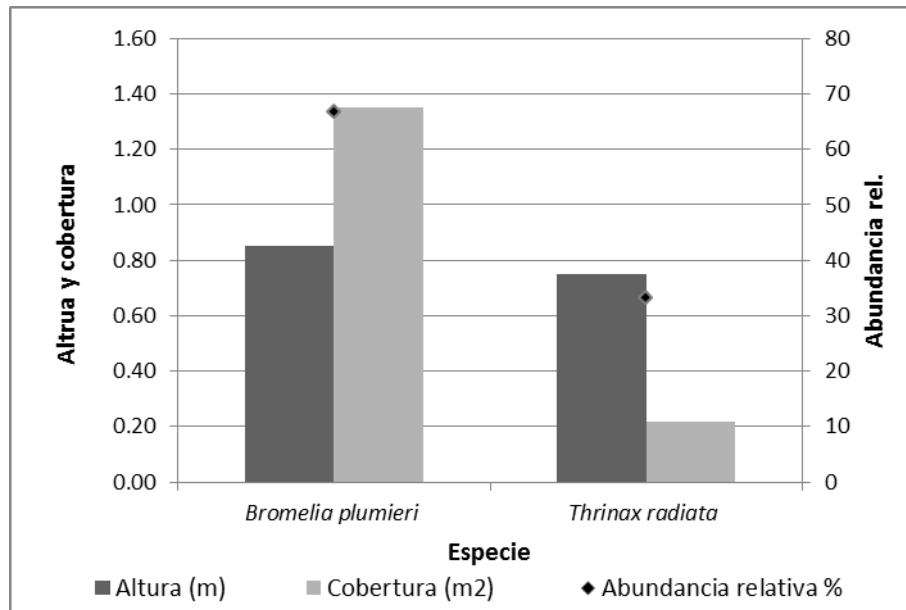
Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B-Regional del proyecto  
**“Hotel Riviera Canc3n”**

| Par3metro | Altura (m) | Cobertura (m <sup>2</sup> ) |
|-----------|------------|-----------------------------|
| Promedio  | 0.78       | 0.5959                      |
| M3xima    | 1.50       | 2.6880                      |
| M3nima    | 0.20       | 0.0177                      |

**Tabla IV. 34** Par3metros descriptivos de la estructura por especie del estrato herb3ceo en VSA/SMQ-VM (SAR-AE)

| Especie                  | Promedios  |                             | Abundancia relativa % |
|--------------------------|------------|-----------------------------|-----------------------|
|                          | Altura (m) | Cobertura (m <sup>2</sup> ) |                       |
| <i>Bromelia plumieri</i> | 0.85       | 1.35                        | 66.67                 |
| <i>Thrinax radiata</i>   | 0.75       | 0.22                        | 33.33                 |

El estrato herb3ceo de VSA/SMQ-VM se encuentra compuesto principalmente por *Bromelia plumieri*, de acuerdo a su mayor abundancia, altura y cobertura, como se puede observar en la siguiente figura.



**Figura IV. 90** Estructura general del estrato herb3ceo (VSA/SMQ-VM)

- Indicadores de diversidad y abundancia relativa

En la siguiente tabla se desglosa la estimaci3n de los indicadores de diversidad (Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Pielou), para el estrato herb3ceo.

**Tabla IV. 35** 3ndices de Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Equidad de Pielou para el estrato herb3ceo. SAR-AE (VSA/SMQ-VM).

| Nombre com3n            | Nombre cient3fico   | ni       | pi            | pi <sup>2</sup> | -pi*Ln*pi     |
|-------------------------|---|----------|---------------|-----------------|---------------|
| Bromelia                | <i>Bromelia plumieri</i> (E. Morren) L.B. Sm. (1967)        | 4        | 0.6667        | 0.4444          | 0.2703        |
| Palma chit              | <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | 2        | 0.3333        | 0.1111          | 0.3662        |
| <b>Sumatoria ( Σ )=</b> |   | <b>6</b> | <b>1.0000</b> | <b>0.5556</b>   | <b>0.6365</b> |

D3nde: Riqueza espec3fica (S)= 2

Documento Técnico Unificado (DTU) Modalidad B-Regional del proyecto  
**“Hotel Riviera Cancún”**

---

|  |        |
|--|--------|
| Índice de Margalef (Dmg)=              | 0.5581 |
| Índice de Simpson (D)=                 | 0.5556 |
| Diversidad de Simpson (1-D)=           | 0.4444 |
| Índice de Shannon-Wiener (H')=         | 0.6365 |
| Máxima diversidad (H <sub>max</sub> )= | 0.6931 |
| Equidad de Pielou (J') =               | 0.9183 |
| H <sub>max</sub> - H' =                | 0.0566 |

El estrato herbáceo está representado por una riqueza de 2 especies, los indicadores de diversidad se muestran únicamente para fines comparativos con el proyecto.

En la siguiente tabla se puede observar que *Bromelia plumieri* presente una clara abundancia, mayor que *Thrinax radiata* en este estrato.

**Tabla IV. 36** Abundancia relativa. Estrato herbáceo. SAR-AE (VSA/SMQ-VM).

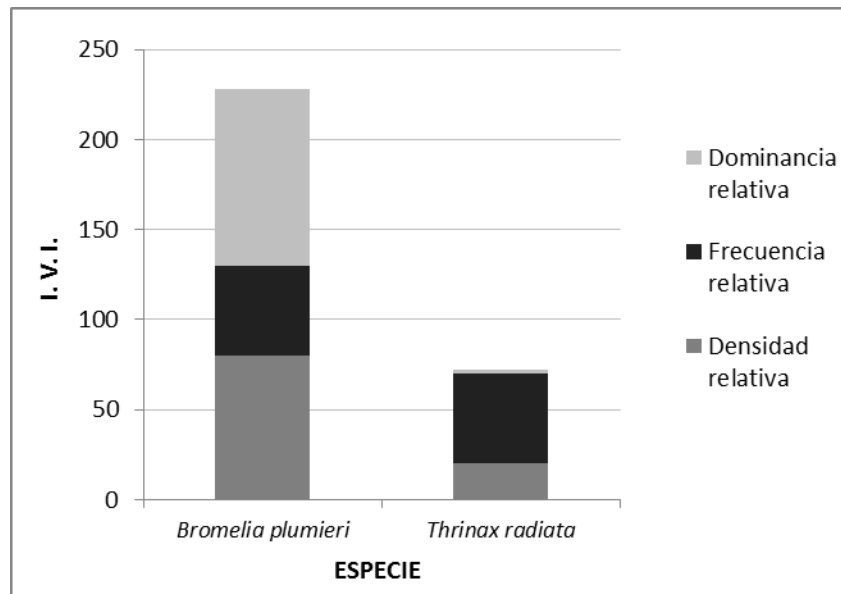
| Nombre científico   | Abundancia relativa % |
|---|-----------------------|
| <i>Bromelia plumieri</i> (E. Morren) L.B. Sm. (1967)        | 66.67                 |
| <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | 33.33                 |
| <b>Sumatoria ( Σ )=</b>                                     | <b>100.00</b>         |

En cuanto al índice de valor de importancia, de igual manera sugiere que por densidad, cobertura y distribución *Bromelia plumieri* es la mejor representada.

**Tabla IV. 37** Índice de Valor de Importancia para el estrato herbáceo. SAR-AE (VSA/SMQ-VM).

Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B-Regional del proyecto  
**“Hotel Riviera Canc3n”**

| Nombre cient3fico   | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Dominancia relativa | I.V.I.          |
|---|-------------------|---------------------|---------------------|-----------------|
| <i>Bromelia plumieri</i> (E. Morren) L.B. Sm. (1967)        | 80.0000           | 50.0000             | 98.0088             | 228.0088        |
| <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | 20.0000           | 50.0000             | 1.9912              | 71.9912         |
| Sup. Muestreada=12 m <sup>2</sup>                           | <b>100.0000</b>   | <b>100.0000</b>     | <b>100.0000</b>     | <b>300.0000</b> |



**Figura IV. 91** Representaci3n gr3fica del I.V.I. Estrato herb3ceo. SAR-AE (VSA/SMQ-VM).

### Estructura vertical

En cuanto al arreglo vertical de la vegetaci3n en este ecosistema (VSA/SMQ-VM), se presentan en la siguiente tabla, las alturas promedio, m3ximas y m3nimas, que se registraron para cada especie, por estrato.

**Tabla IV. 38** Alturas promedio, m3ximas y m3nimas por especie en cada estrato. SAR-AE (VSA/SMQ-VM).

Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B-Regional del proyecto  
 “Hotel Riviera Canc3n”

| Estrato                       | Especie                         | Altura (m) promedio | Altura m3x. (m) | Altura m3n. (m) |
|-------------------------------|---------------------------------|---------------------|-----------------|-----------------|
| Arb3reo                       | <i>Havardia platyloba</i>       | 9.00                |                 |                 |
|                               | <i>Lysiloma latisiliqua</i>     | 8.50                | 9.00            | 8.00            |
|                               | <i>Terminalia catappa</i>       | 8.00                |                 |                 |
|                               | <i>Leucaena leucocephala</i>    | 7.83                | 9.00            | 7.00            |
|                               | <i>Ficus maxima</i>             | 7.38                | 8.00            | 7.00            |
|                               | <i>Eugenia axillaris</i>        | 7.33                | 8.00            | 7.00            |
|                               | <i>Ficus pertusa</i>            | 7.25                | 8.00            | 7.00            |
|                               | <i>Metopium brownei</i>         | 7.07                | 8.00            | 4.00            |
|                               | <i>Ficus ovalis</i>             | 7.06                | 8.00            | 6.00            |
|                               | <i>Conocarpus erectus</i>       | 7.00                | 8.00            | 5.00            |
|                               | <i>Swartzia simplex</i>         | 7.00                |                 |                 |
|                               | <i>Piscidia piscipula</i>       | 6.92                | 8.00            | 3.00            |
|                               | <i>Bursera simaruba</i>         | 6.75                | 8.00            | 4.50            |
|                               | <i>Thrinax radiata</i>          | 6.65                | 8.00            | 5.00            |
|                               | <i>Rhizophora mangle</i>        | 6.20                | 7.00            | 5.00            |
|                               | <i>Acacia collinsii</i>         | 5.50                |                 |                 |
|                               | <i>Bumelia retusa</i>           | 5.50                | 6.00            | 5.00            |
|                               | <i>Capparis incana</i>          | 5.50                | 6.50            | 4.50            |
| <i>Pithecellobium keyense</i> | 3.00                            |                     |                 |                 |
| Arbustivo                     | <i>Erythroxylum confusum</i>    | 4.00                |                 |                 |
|                               | <i>Gymnanthes lucida</i>        | 3.67                | 5               | 2               |
|                               | <i>Capparis incana</i>          | 3.00                |                 |                 |
|                               | <i>Bravaisia berlandieriana</i> | 2.50                | 3               | 2               |
|                               | <i>Thrinax radiata</i>          | 2.50                | 4               | 1.5             |
|                               | <i>Bumelia retusa</i>           | 1.50                |                 |                 |
|                               | <i>Pithecellobium keyense</i>   | 1.50                |                 |                 |
| Herb3ceo                      | <i>Bromelia plumieri</i>        | 0.85                | 1.50            | 0.20            |
|                               | <i>Thrinax radiata</i>          | 0.75                | 1.00            | 0.50            |

En la siguiente figura se puede apreciar el arreglo vertical de la vegetaci3n en este ecosistema de Vegetaci3n Secundaria Arb3rea de Selva Mediana Subperennifolia con Vegetaci3n de Manglar, como zona de transici3n.



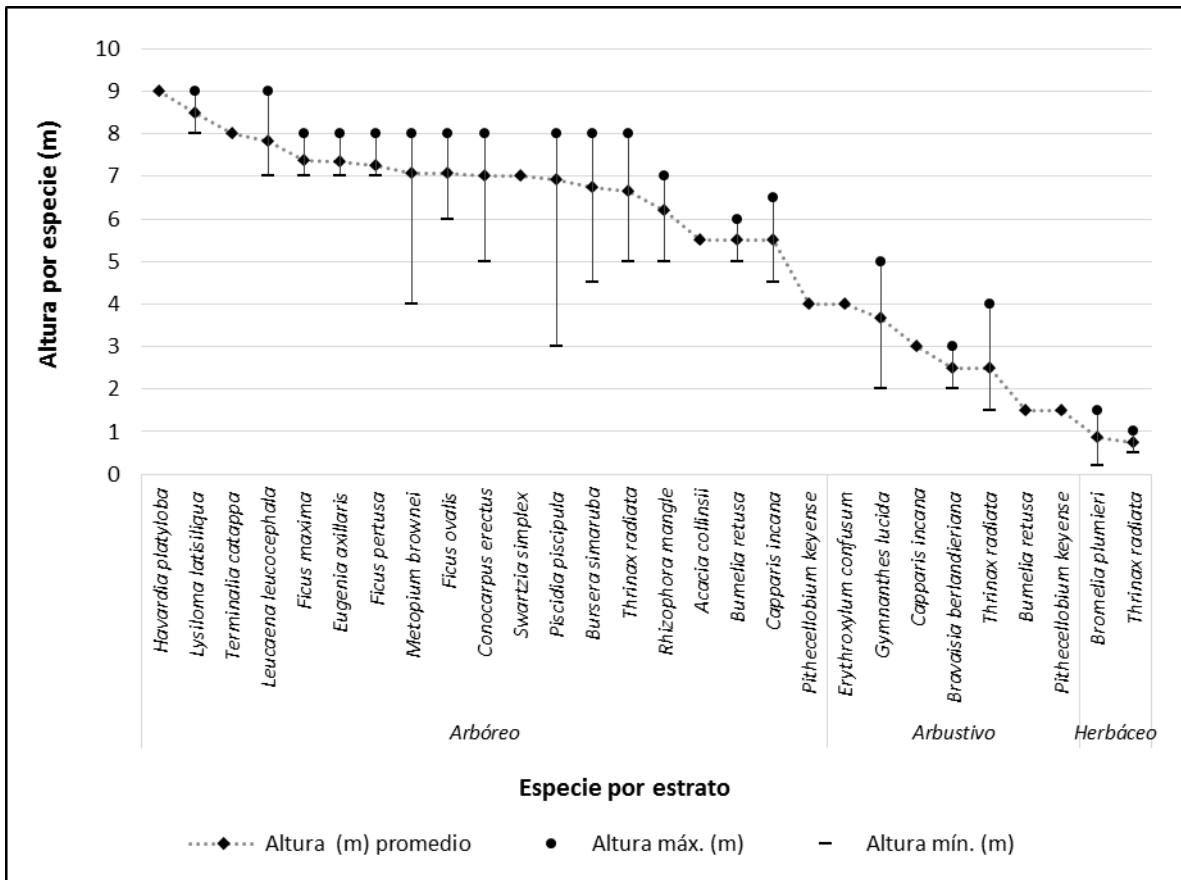


Figura IV. 92 Representaci3n gr3fica de la estructura vertical de la vegetaci3n VSA/SMQ-VM en el SAR-AE.

### Vegetaci3n de Matorral Costero (VMC)

Este ecosistema se encuentra compuesto por dos clases, 7 familias, 8 g3neros y 8 especies, de las cuales 3 se hicieron presentes en el estrato arb3reo, 6 en el arbustivo y 2 en el estrato herb3ceo. En la siguiente tabla se presenta el listado de las especies que componen este ecosistema:

Tabla IV. 39 Listado florístico de especies registradas en Vegetaci3n de Matorral Costero. SAR-AE.

Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B-Regional del proyecto  
**“Hotel Riviera Canc3n”**

| FAMILIA                    | NOMBRE CIENTÍFICO   | NOMBRE COMÚN      | FC <sup>1</sup> | End <sup>2</sup> | EC <sup>3</sup> |      |       |
|----------------------------|---|-------------------|-----------------|------------------|-----------------|------|-------|
|                            |   |                   |                 |                  | NOM-059         | IUCN | CITES |
| <b>Clase Liliopsida</b>    |   |                   |                 |                  |                 |      |       |
| Arecaceae                  | <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830)           | Palma chit        | A, Ar, H        | -                | A               | -    | -     |
| <b>Clase Magnoliopsida</b> |   |                   |                 |                  |                 |      |       |
| Asteraceae                 | <i>Ambrosia hispida</i> Pursh (1813)                                  | Margarita de mar  | H               | -                | -               | -    | -     |
| Boraginaceae               | <i>Cordia sebestena</i> L. (1753)                                     | Ciricote de playa | A, Ar           | -                | -               | LC   | -     |
|                            | <i>Tournefortia gnaphalodes</i> (L.) R. Br. ex Roem. & Schult. (1819) | Alhucema de costa | Ar              | -                | -               | -    | -     |
| Capparaceae                | <i>Capparis incana</i> Kunth (1821)                                   | Matagallina       | A, Ar           | -                | -               | -    | -     |
| Fabaceae                   | <i>Pithecellobium keyense</i> Britton (1928)                          | Ya'ax k'aax*      | A, Ar           | -                | -               | -    | -     |
| Rubiaceae                  | <i>Ernodea littoralis</i> Sw. (1788)                                  | Ciricote blanco   | H               | -                | -               | LC   | -     |
| Sapotaceae                 | <i>Bumelia retusa</i> Balb. ex A. DC. (1844)                          | Pico real         | A, Ar           | -                | -               | -    | -     |

**1. FC (Forma de crecimiento):** A, Arb3reo; Ar, Arbustivo; H, Herb3ceo. **2. End (Endemismo).** **3. EC (Estado de conservaci3n):** **NOM** (NOM-059-SEMARNAT-2010): A, Amenazada; **IUCN** (Uni3n Internacional para la Conservaci3n de la Naturaleza): LC, Preocupaci3n Menor; **CITES** (Convenci3n Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora).

Se determinaron los indicadores de diversidad y estructura para cada uno de los estratos para este ecosistema.

**Estrato arb3reo**

- Descripci3n general del estrato

Este estrato considero a las especies con una talla m3nima de 1.40 m y con una altura mayor a 2.33 m. En la siguiente tabla se muestran los valores promedio de DAP, 3rea basal, altura y cobertura, de manera general y posteriormente por especie, para este estrato.

**Tabla IV. 40.** Par3metros descriptivos de la estructura general del estrato arb3reo en VMC (SAR-AE)

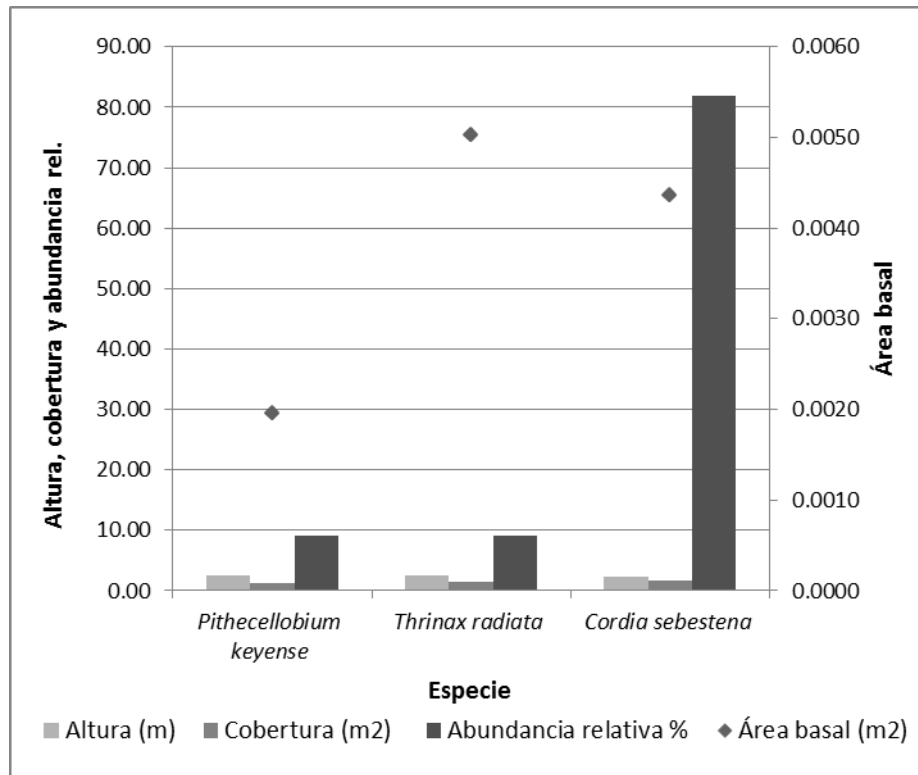
| Par3metro | DAP (cm) | 3rea basal (m <sup>2</sup> ) | Altura (m) | Cobertura (m <sup>2</sup> ) |
|-----------|----------|------------------------------|------------|-----------------------------|
| Promedio  | 6.90     | 0.0043                       | 2.33       | 1.7301                      |
| M3xima    | 13.00    | 0.0133                       | 3.00       | 3.6305                      |
| M3nima    | 5.00     | 0.0020                       | 1.40       | 0.7854                      |

**Tabla IV. 41** Par3metros descriptivos de la estructura por especie del estrato arb3reo en VMC (SAR-AE)

| Nombre cient3fico             | Promedios |                              |            |                             | Abundancia relativa % |
|-------------------------------|-----------|------------------------------|------------|-----------------------------|-----------------------|
|                               | DAP (cm)  | 3rea basal (m <sup>2</sup> ) | Altura (m) | Cobertura (m <sup>2</sup> ) |                       |
| <i>Pithecellobium keyense</i> | 5.00      | 0.0020                       | 2.50       | 1.23                        | 9.09                  |
| <i>Thrinax radiata</i>        | 8.00      | 0.0050                       | 2.50       | 1.43                        | 9.09                  |
| <i>Cordia sebestena</i>       | 6.95      | 0.0044                       | 2.31       | 1.77                        | 81.82                 |

En la siguiente figura se pueden visualizar los par3metros indicados en la tabla anterior.

Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B-Regional del proyecto  
**“Hotel Riviera Canc3n”**



**Figura IV. 93** Estructura general del estrato arb3reo en el SAR-AE (VMC)

- Indicadores de diversidad y abundancia relativa

En la siguiente tabla se desglosa la estimaci3n de los indicadores de diversidad (Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Pielou), para el estrato arb3reo.

**Tabla IV. 42.** Índices de Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Equidad de Pielou para el estrato arb3reo. SAR-AE (VMC).

| Nombre com3n     | Nombre cient3fico                            | ni | pi     | pi <sup>2</sup> | -pi*Ln*pi |
|------------------|--|----|--------|-----------------|-----------|
| Circote de playa | <i>Cordia sebestena</i> L. (1753)            | 9  | 0.8182 | 0.6694          | 0.1642    |
| Huamuchil        | <i>Pithecellobium keyense</i> Britton (1928) | 1  | 0.0909 | 0.0083          | 0.2180    |
| Palma chit       | <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. &    | 1  | 0.0909 | 0.0083          | 0.2180    |

Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B-Regional del proyecto  
**“Hotel Riviera Canc3n”**

| Nombre com3n                              | Nombre cient3fico        | ni        | pi            | pi <sup>2</sup> | -pi*Ln*pi     |
|---|--------------------------|-----------|---------------|-----------------|---------------|
|   | <i>Schult. f. (1830)</i> |           |               |                 |               |
| <b>Sumatoria ( <math>\Sigma</math> )=</b> |                          | <b>11</b> | <b>1.0000</b> | <b>0.6860</b>   | <b>0.6002</b> |

D3nde:

|  |        |
|--|--------|
| Riqueza espec3fica (S)=                | 3      |
| 3ndice de Margalef (Dmg)=              | 0.8341 |
| 3ndice de Simpson (D)=                 | 0.6860 |
| Diversidad de Simpson (1-D)=           | 0.3140 |
| 3ndice de Shannon-Wiener (H')=         | 0.6002 |
| M3xima diversidad (H <sub>max</sub> )= | 1.0986 |
| Equidad de Pielou (J') =               | 0.5463 |
| H <sub>max</sub> - H' =                | 0.4984 |

El estrato arb3reo de la Vegetaci3n de Matorral Costero est3 representado por una riqueza de 3 especies, las cuales presentan una uniformidad en su distribuci3n de 0.5463 seg3n el 3ndice de Equidad de Pielou (J'), este dato indica que hay presencia de especies dominantes en este estrato que estar3an ocasionando que el 3ndice de Simpson d3 un valor de 0.6860. En cuanto al 3ndice de Shannon-Wiener (H'), este presenta un valor de 0.6002, bajo comparado con el de la m3xima diversidad que podr3a alcanzar el estrato.

En la siguiente tabla se puede observar que la especie que estar3an ocasionando el valor de 0.6860 para el 3ndice de dominancia de Simpson es *Cordia sebestena*:

Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B-Regional del proyecto  
**“Hotel Riviera Canc3n”**

**Tabla IV. 43** Abundancia relativa. Estrato arb3reo. SAR-AE (VMC).

| Nombre cient3fico   | Abundancia relativa % |
|---|-----------------------|
| <i>Cordia sebestena</i> L. (1753)                           | 81.82                 |
| <i>Pithecellobium keyense</i> Britton (1928)                | 9.09                  |
| <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | 9.09                  |
| <b>Total=</b>   | <b>100.00</b>         |

- 3ndice de valor de importancia

Por su parte el 3ndice de valor de importancia muestra cuales son las especies con mayor relevancia en este estrato, por su densidad, dominancia (3rea basal o cobertura ocupada) y frecuencia de aparici3n.

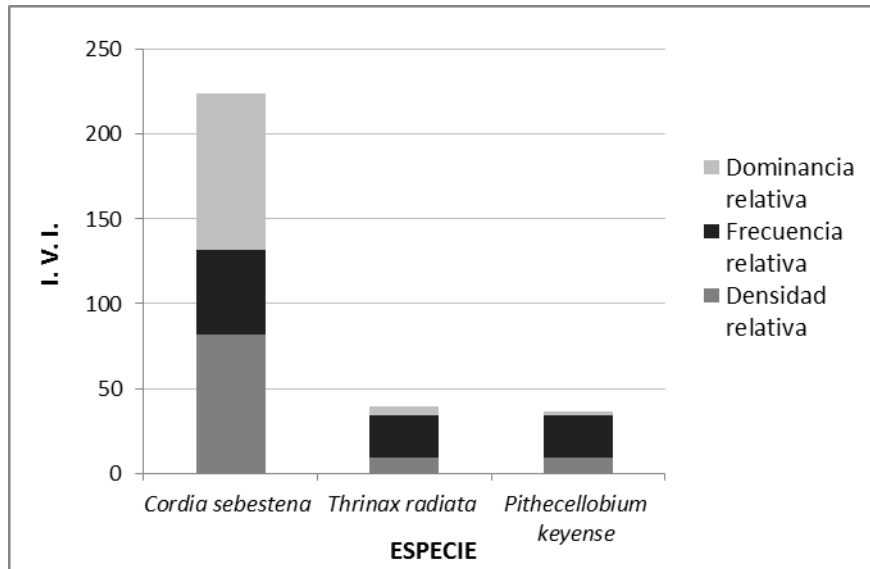
*3ndice de Valor de Importancia con Dominancia=3rea basal*

En la siguiente tabla se muestra el 3ndice de valor de importancia tomando en cuenta el 3rea basal para el par3metro de dominancia.

**Tabla IV. 44** 3ndice de Valor de Importancia para el estrato arb3reo. SAR-AE (VMC) con Dominancia=3rea basal.

| Nombre cient3fico   | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Dominancia relativa | I.V.I.          |
|---|-------------------|---------------------|---------------------|-----------------|
| <i>Cordia sebestena</i> L. (1753)                           | 81.8182           | 50.0000             | 92.2135             | 224.0317        |
| <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | 9.0909            | 25.0000             | 5.5993              | 39.6902         |
| <i>Pithecellobium keyense</i> Britton (1928)                | 9.0909            | 25.0000             | 2.1872              | 36.2781         |
| Sup. Muestreada=800 m <sup>2</sup>                          | <b>100.0000</b>   | <b>100.0000</b>     | <b>100.0000</b>     | <b>300.0000</b> |

Como se puede observar, la especie con un marcado mayor valor de importancia en el estrato arb3reo de Matorral Costero es *Cordia sebestena*.



**Figura IV. 94** Representaci3n gr3fica del I.V.I. Estrato arb3reo. SAR-AE (VMC), con Dominancia=3rea basal.



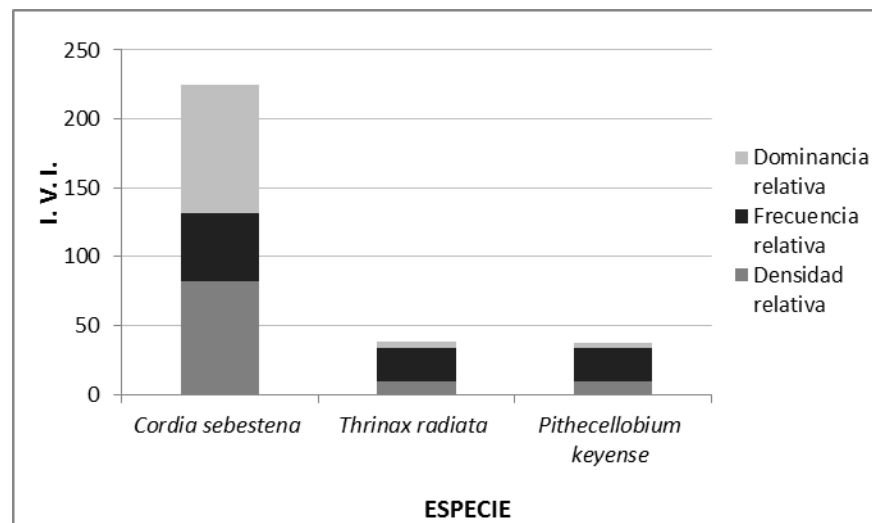
*3ndice de Valor de Importancia con dominancia=cobertura*

En la siguiente tabla se muestra el 3ndice de valor de importancia por especie, tomando en cuenta el valor de cobertura para el par3metro dominancia.

**Tabla IV. 45** 3ndice de Valor de Importancia para el estrato arb3reo (VMC), con Dominancia=cobertura.

| Nombre cient3fico   | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Dominancia relativa | I.V.I.   |
|---|-------------------|---------------------|---------------------|----------|
| <i>Cordia sebestena</i> L. (1753)                           | 81.8182           | 50.0000             | 92.6827             | 224.5008 |
| <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | 9.0909            | 25.0000             | 3.9397              | 38.0306  |
| <i>Pithecellobium keyense</i> Britton (1928)                | 9.0909            | 25.0000             | 3.3776              | 37.4686  |

En la siguiente figura se aprecian los valores de importancia obtenidos por especie. Como se puede observar al sustituir el 3rea basal por la cobertura en el valor de dominancia, las especies conservaron su orden de importancia; sin embargo, el valor de su 3ndice es distinto.



Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B-Regional del proyecto  
"Hotel Riviera Canc3n"

---

**Figura IV. 95** Representaci3n gr3fica del I.V.I. con Dominancia=cobertura. Estrato arb3reo (VMC)

### **Estrato arbustivo**

- Descripci3n general del estrato

El estrato arbustivo incluye a las especies que tuvieron un rango de altura de 0.70 – 2.30 m. En las siguientes tablas se muestran los valores promedio de altura y cobertura, de manera general y posteriormente por especie en este estrato.

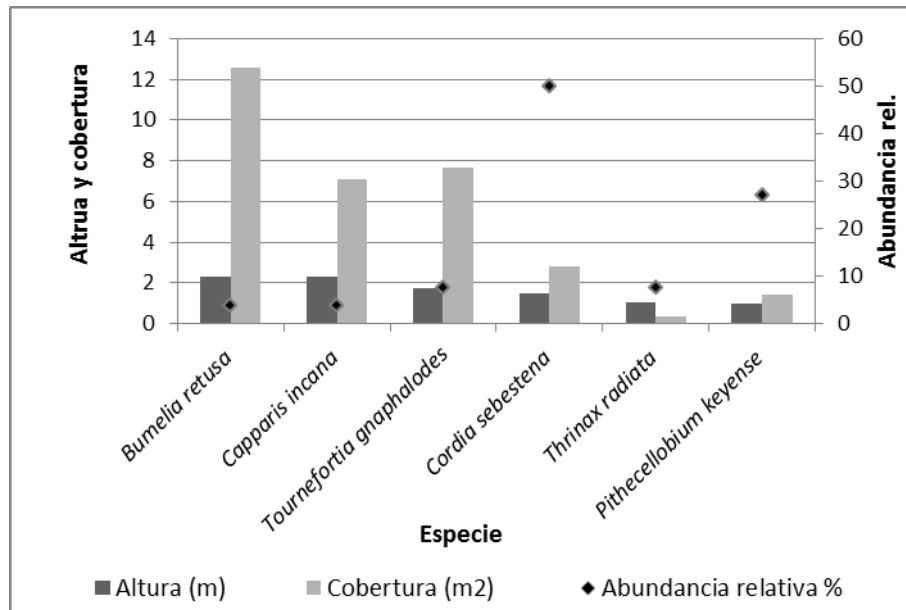
**Tabla IV. 46** Par3metros descriptivos de la estructura general del estrato arbustivo en VMC

| Par3metro | Altura (m) | Cobertura (m <sup>2</sup> ) |
|-----------|------------|-----------------------------|
| Promedio  | 1.42       | 3.1768                      |
| M3xima    | 2.30       | 12.5664                     |
| M3nima    | 0.70       | 0.1590                      |

**Tabla IV. 47** Par3metros descriptivos de la estructura por especie del estrato arbustivo en VMC

| Especie                         | Promedios  |                             | Abundancia relativa % |
|---------------------------------|------------|-----------------------------|-----------------------|
|                                 | Altura (m) | Cobertura (m <sup>2</sup> ) |                       |
| <i>Bumelia retusa</i>           | 2.3        | 12.5664                     | 3.85                  |
| <i>Capparis incana</i>          | 2.3        | 7.0686                      | 3.85                  |
| <i>Tournefortia gnaphalodes</i> | 1.75       | 7.6822                      | 7.69                  |
| <i>Cordia sebestena</i>         | 1.5        | 2.8324                      | 50                    |
| <i>Thrinax radiata</i>          | 1.05       | 0.3632                      | 7.69                  |
| <i>Pithecellobium keyense</i>   | 1.01       | 1.4356                      | 26.92                 |

En la siguiente figura se puede visualizar que la especie con una notable abundancia es *Cordia sebestena* y *Pithecellobium keyense*, el resto se encuentra en proporciones similares, en cuesti3n de cobertura las m3s representativas son *Bumelia retusa* y *Tournefortia gnaphalodes*, son las que cubren mayor espacio en este estrato:



**Figura IV. 96** Estructura general del estrato arbustivo (VMC)

- Indicadores de diversidad y abundancia relativa

En la siguiente tabla se desglosa la estimaci3n de los indicadores de diversidad (Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Pielou), para el estrato arbustivo.

**Tabla IV. 48** Índices de Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Equidad de Pielou para el estrato arbustivo.  
 SAR-AE (VMC)

| Nombre com3n            | Nombre cient3fico   | ni        | pi            | pi <sup>2</sup> | -pi*Ln*pi     |
|-------------------------|---|-----------|---------------|-----------------|---------------|
| Pico real               | <i>Bumelia retusa</i> Balb. ex A. DC. (1844)                          | 1         | 0.0385        | 0.0015          | 0.1253        |
| Matagallina             | <i>Capparis incana</i> Kunth (1821)                                   | 1         | 0.0385        | 0.0015          | 0.1253        |
| Ciricote de playa       | <i>Cordia sebestena</i> L. (1753)                                     | 13        | 0.5000        | 0.2500          | 0.3466        |
| Huamuchil               | <i>Pithecellobium keyense</i> Britton (1928)                          | 7         | 0.2692        | 0.0725          | 0.3533        |
| Palma chit              | <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830)           | 2         | 0.0769        | 0.0059          | 0.1973        |
| Alhucema de costa       | <i>Tournefortia gnaphalodes</i> (L.) R. Br. ex Roem. & Schult. (1819) | 2         | 0.0769        | 0.0059          | 0.1973        |
| <b>Sumatoria ( Σ )=</b> |   | <b>26</b> | <b>1.0000</b> | <b>0.3373</b>   | <b>1.3451</b> |

|        |  |        |
|--------|--|--------|
|        | Riqueza espec3fica (S)=                | 6      |
|        | 3ndice de Margalef (Dmg)=              | 1.5346 |
|        | 3ndice de Simpson (D)=                 | 0.3373 |
| D3nde: | Diversidad de Simpson (1-D)=           | 0.6627 |
|        | 3ndice de Shannon-Wiener               |        |
|        | (H')=                                  | 1.3451 |
|        | M3xima diversidad (H <sub>max</sub> )= | 1.7918 |
|        | Equidad de Pielou (J') =               | 0.7507 |
|        | H <sub>max</sub> - H' =                | 0.4467 |

El estrato arbustivo est3 representado por una riqueza de 6 especies, las cuales presentan una uniformidad en su distribuci3n de 0.7507 seg3n el 3ndice de Equidad de Pielou (J'), este dato indica que hay presencia de especies dominantes en este estrato representada por el 3ndice de Simpson, el cual expresado en t3rminos de dominancia da un valor de 0.3373. En cuanto al 3ndice de Shannon-Wiener (H'), este presenta un valor cercano al de la m3xima diversidad que podr3a alcanzar el estrato. Los indicadores para este estrato sugieren que por lo menos una tercera parte de las especies presentes estar3an dominando claramente sobre el resto.

En la siguiente tabla se puede observar que las especies que estar3an ocasionando el valor de 0.3373 para el 3ndice de dominancia de Simpson son: *Cordia sebestena* y *Pithecellobium keyense*, en orden de mayor a menor abundancia respectivamente.

Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B-Regional del proyecto  
 "Hotel Riviera Canc3n"

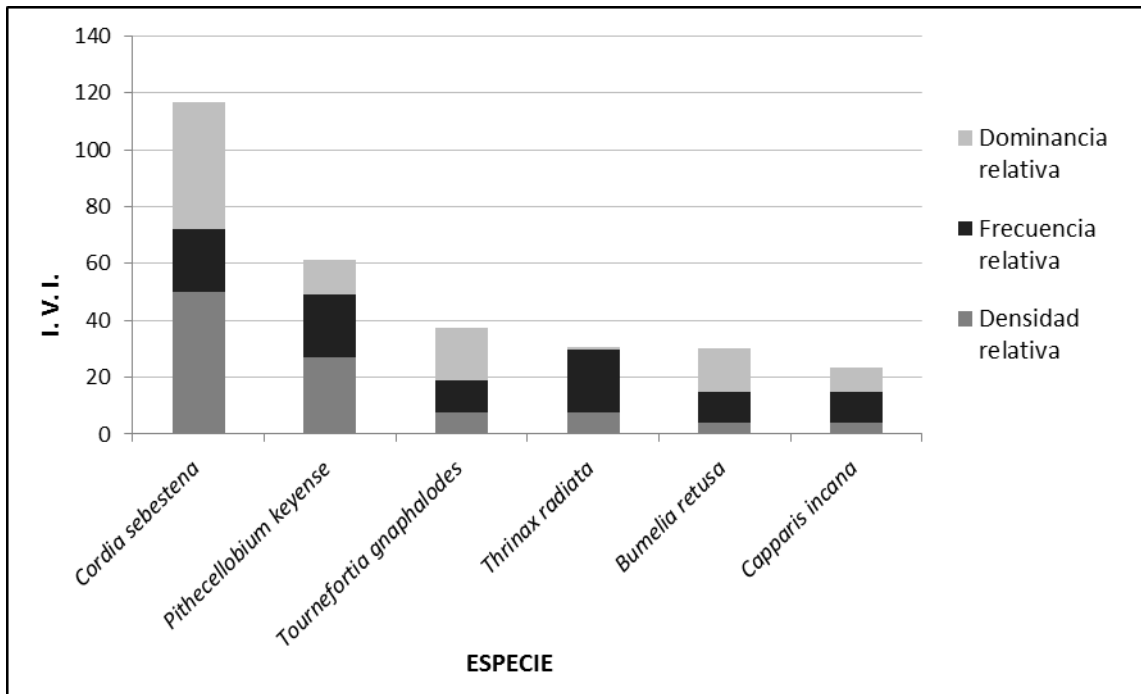
**Tabla IV. 49** Abundancia relativa. Estrato arbustivo. SAR-AE (VMC).

| Nombre cient3fico   | Abundancia relativa % |
|---|-----------------------|
| <i>Bumelia retusa</i> Balb. ex A. DC. (1844)                          | 3.85                  |
| <i>Capparis incana</i> Kunth (1821)                                   | 3.85                  |
| <i>Cordia sebestena</i> L. (1753)                                     | 50.00                 |
| <i>Pithecellobium keyense</i> Britton (1928)                          | 26.92                 |
| <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830)           | 7.69                  |
| <i>Tournefortia gnaphalodes</i> (L.) R. Br. ex Roem. & Schult. (1819) | 7.69                  |
| <b>Sumatoria ( <math>\Sigma</math> )=</b>                             | <b>100.00</b>         |

Por su parte el 3ndice de valor de importancia muestra cuales son las especies con mayor relevancia en este estrato, por su densidad, cobertura y frecuencia de aparici3n (ver siguiente tabla y figura).

**Tabla IV. 50** 3ndice de Valor de Importancia para el estrato arbustivo. SAR-AE (VMC).

| Nombre cient3fico   | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Dominancia relativa | I.V.I.          |
|---|-------------------|---------------------|---------------------|-----------------|
| <i>Cordia sebestena</i> L. (1753)                                     | 50.0000           | 22.2222             | 44.5799             | 116.8022        |
| <i>Pithecellobium keyense</i> Britton (1928)                          | 26.9231           | 22.2222             | 12.1666             | 61.3119         |
| <i>Tournefortia gnaphalodes</i> (L.) R. Br. ex Roem. & Schult. (1819) | 7.6923            | 11.1111             | 18.6017             | 37.4051         |
| <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830)           | 7.6923            | 22.2222             | 0.8796              | 30.7941         |
| <i>Bumelia retusa</i> Balb. ex A. DC. (1844)                          | 3.8462            | 11.1111             | 15.2142             | 30.1715         |
| <i>Capparis incana</i> Kunth (1821)                                   | 3.8462            | 11.1111             | 8.5580              | 23.5152         |
| Sup. Muestreada=200 m <sup>2</sup>                                    | <b>100.0000</b>   | <b>100.0000</b>     | <b>100.0000</b>     | <b>300.0000</b> |



**Figura IV. 97** Representaci3n gr3fica del I.V.I. Estrato arbustivo. SAR-AE (VMC).

Como se puede observar, las especies con mayor valor de importancia en el estrato arbustivo son *Cordia sebestena*, *Pithecellobium keyense* y *Tournefortia gnaphalodes*.

### **Estrato herb3ceo**

- Descripci3n general del estrato

Este estrato incluye alturas entre los 0.1 m y 0.15 m. En las siguientes tablas se pueden apreciar los valores promedio de altura y cobertura de manera general, y posteriormente por especie en el estrato herb3ceo.



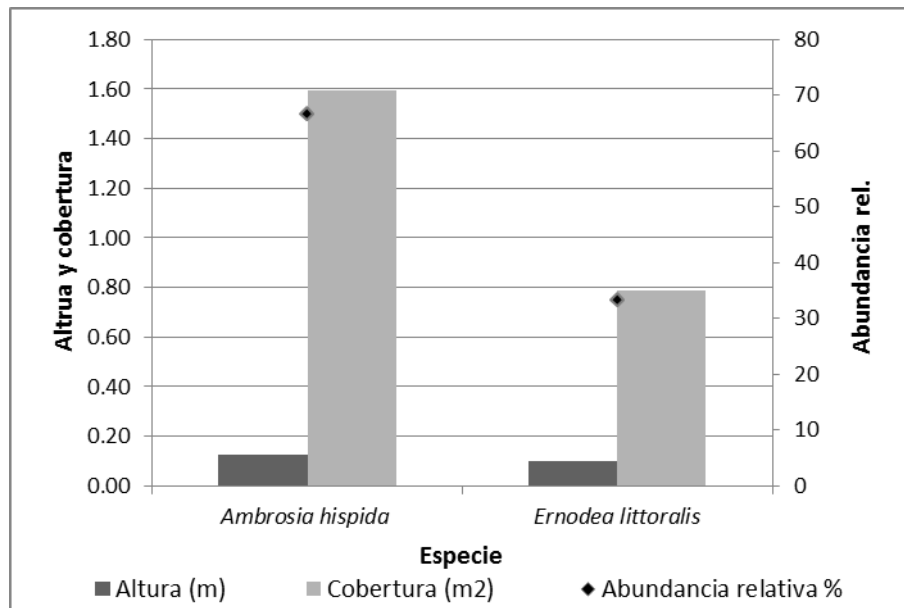
**Tabla IV. 51** Par3metros descriptivos de la estructura general del estrato herb3ceo en VMC (SAR-AE)

| Par3metro | Altura (m) | Cobertura (m <sup>2</sup> ) |
|-----------|------------|-----------------------------|
| Promedio  | 0.12       | 1.3254                      |
| M3xima    | 0.15       | 3.1416                      |
| M3nima    | 0.1        | 0.0491                      |

**Tabla IV. 52** Par3metros descriptivos de la estructura por especie del estrato herb3ceo en VMC (SAR-AE)

| Especie                   | Promedios  |                             | Abundancia relativa % |
|---------------------------|------------|-----------------------------|-----------------------|
|                           | Altura (m) | Cobertura (m <sup>2</sup> ) |                       |
| <i>Ambrosia hispida</i>   | 0.13       | 1.60                        | 66.67                 |
| <i>Ernodea littoralis</i> | 0.10       | 0.79                        | 33.33                 |

El estrato herb3ceo de la VMC, presenta una altura m3xima de 15 cm y una cobertura m3xima de 3.1416 m, con la especie *Ambrosia hispida* de crecimiento rastrero, as3 mismo es la m3s sobresaliente en cuanto a valores de altura y abundancia relativa en el estrato:



**Figura IV. 98.** Estructura general del estrato herb3ceo SAR-AE (VMC)

- Indicadores de diversidad y abundancia relativa

En la siguiente tabla se desglosa la estimaci3n de los indicadores de diversidad (Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Pielou), para el estrato herb3ceo.

**Tabla IV. 53** Índices de Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Equidad de Pielou para el estrato herb3ceo. SAR-AE (VMC).

| Nombre com3n          | Nombre cient3fico                    | ni       | pi            | pi <sup>2</sup> | -pi*Ln*pi     |
|-----------------------|--------------------------------------|----------|---------------|-----------------|---------------|
| Margarita de mar      | <i>Ambrosia hispida Pursh (1813)</i> | 2        | 0.6667        | 0.4444          | 0.2703        |
| Ciricote blanco       | <i>Ernodea littoralis Sw. (1788)</i> | 1        | 0.3333        | 0.1111          | 0.3662        |
| <b>Sumatoria (Σ)=</b> |                                      | <b>3</b> | <b>1.0000</b> | <b>0.5556</b>   | <b>0.6365</b> |

|  |        |
|--|--------|
| Riqueza espec3fica (S)=                | 2      |
| Índice de Margalef (D <sub>mg</sub> )= | 0.9102 |
| Índice de Simpson (D)=                 | 0.5556 |
| Diversidad de Simpson (1-D)=           | 0.4444 |
| Índice de Shannon-Wiener (H')=         | 0.6365 |
| M3xima diversidad (H <sub>max</sub> )= | 0.6931 |
| Equidad de Pielou (J') =               | 0.9183 |
| H <sub>max</sub> - H' =                | 0.0566 |

El estrato herb3ceo est3 representado por una riqueza de 2 especies, los indicadores de diversidad se muestran 3nicamente para fines comparativos con el proyecto.

En la siguiente tabla se puede observar que *Ambrosia hispida* presente una clara abundancia mayor que *Ernodea littoralis* en este estrato.

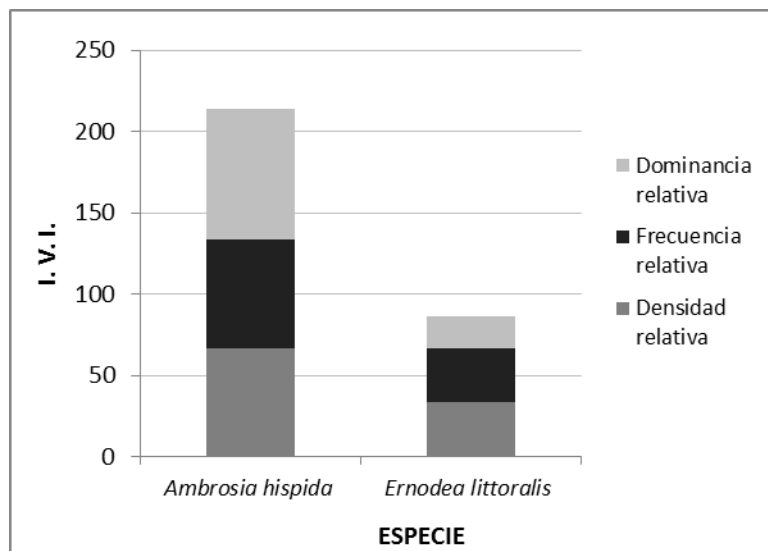
**Tabla IV. 54** Abundancia relativa. Estrato herb3ceo. SAR-AE (VMC).

| Nombre cientifico                         | Abundancia relativa % |
|---|-----------------------|
| <i>Ambrosia hispida Pursh (1813)</i>      | 66.67                 |
| <i>Ernodea littoralis Sw. (1788)</i>      | 33.33                 |
| <b>Sumatoria ( <math>\Sigma</math> )=</b> | <b>100.00</b>         |

En cuanto al 3ndice de valor de importancia, de igual manera sugiere que por densidad, cobertura y distribuci3n la especie *Ambrosia hispida* es la mejor representada (ver siguiente tabla y figura).

**Tabla IV. 55** 3ndice de Valor de Importancia para el estrato herb3ceo. SAR-AE (VMC).

| Nombre cientifico                    | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Dominancia relativa | I.V.I.          |
|--------------------------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-----------------|
| <i>Ambrosia hispida Pursh (1813)</i> | 66.6667           | 66.6667             | 80.2469             | 213.5802        |
| <i>Ernodea littoralis Sw. (1788)</i> | 33.3333           | 33.3333             | 19.7531             | 86.4198         |
| Sup. Muestreada=8 m <sup>2</sup>     | <b>100.0000</b>   | <b>100.0000</b>     | <b>100.0000</b>     | <b>300.0000</b> |



**Figura IV. 99** Representaci3n gr3fica del I.V.I. Estrato herb3ceo. SAR-AE (VMC).

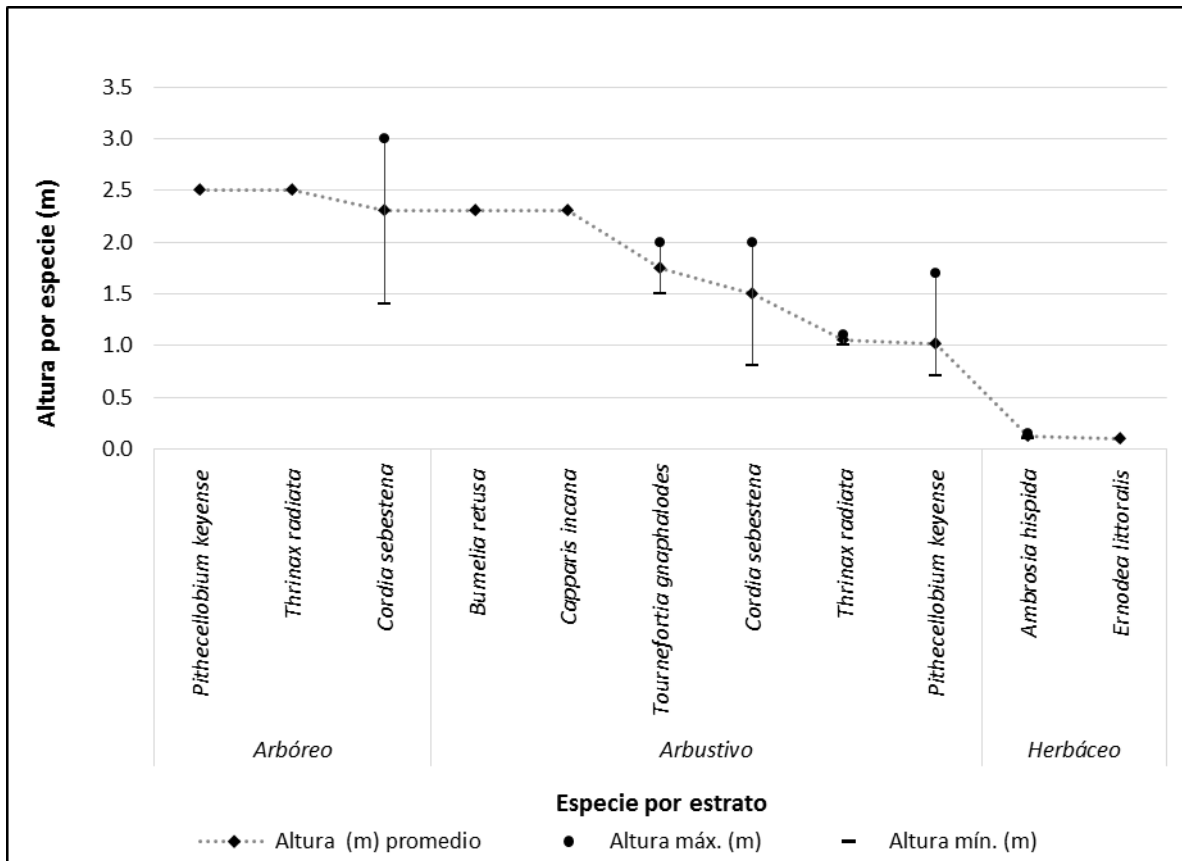
### Estructura vertical

En cuanto al arreglo vertical de la vegetaci3n de Matorral Costero, se presentan en la siguiente tabla, las alturas promedio, m3ximas y m3nimas que se registraron para cada especie, por estrato.

**Tabla IV. 56** Alturas promedio, m3ximas y m3nimas por especie en cada estrato. SAR-AE (VMC).

| Estrato   | Especie                         | Altura (m)<br>promedio | Altura m3x.<br>(m) | Altura m3n.<br>(m) |
|-----------|---------------------------------|------------------------|--------------------|--------------------|
| Arb3reo   | <i>Pithecellobium keyense</i>   | 2.50                   | -                  | -                  |
|           | <i>Thrinax radiata</i>          | 2.50                   | -                  | -                  |
|           | <i>Cordia sebestena</i>         | 2.31                   | 3.00               | 1.40               |
| Arbustivo | <i>Bumelia retusa</i>           | 2.3                    | -                  | -                  |
|           | <i>Capparis incana</i>          | 2.3                    | -                  | -                  |
|           | <i>Tournefortia gnaphalodes</i> | 1.75                   | 2                  | 1.5                |
|           | <i>Cordia sebestena</i>         | 1.5                    | 2                  | 0.8                |
|           | <i>Thrinax radiata</i>          | 1.05                   | 1.1                | 1                  |
|           | <i>Pithecellobium keyense</i>   | 1.01                   | 1.7                | 0.7                |
| Herb3ceo  | <i>Ambrosia hispida</i>         | 0.13                   | 0.15               | 0.10               |
|           | <i>Ernodea littoralis</i>       | 0.10                   | -                  | -                  |

En la siguiente figura se puede apreciar el arreglo vertical de la vegetaci3n, en Vegetaci3n de Matorral Costero SAR-AE:

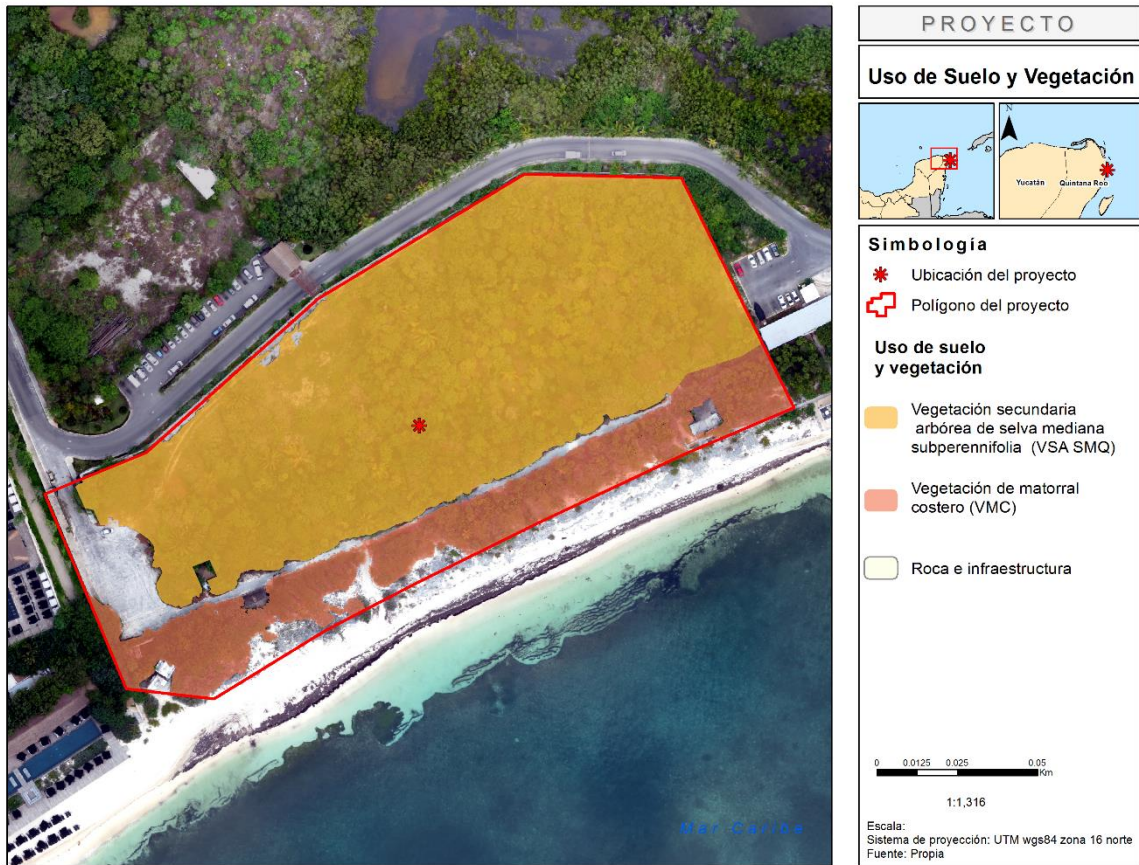


**Figura IV. 100** Representaci3n gr3fica de la estructura vertical de la vegetaci3n VMC en el SAR-AE.

### f) Resultados del muestreo de la vegetaci3n en el pol3gono del proyecto

Con el muestreo de la vegetaci3n en el pol3gono del proyecto, el cual estaba clasificado por CONABIO como “otra vegetaci3n” se determinaron, de acuerdo a la composici3n y estructura vertical y horizontal de la flora presente en el mismo, dos tipos de vegetaci3n: selva mediana subperennifolia en su estado sucesional de vegetaci3n secundaria arb3rea, y una franja de vegetaci3n de matorral costero cuya distribuci3n se muestra en la siguiente figura.

Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B-Regional del proyecto  
**“Hotel Riviera Canc3n”**



**Figura IV. 101** Uso de suelo y vegetaci3n en el pol3gono del proyecto.

En la siguiente tabla se muestra la superficie ocupada por uso de suelo y vegetaci3n en el pol3gono del proyecto:

**Tabla IV. 57** Superficies por uso de suelo y vegetaci3n en el predio pol3gono del proyecto.

| Uso de suelo y vegetaci3n                                      | Superficie |                | %     |
|--|------------|----------------|-------|
|  | ha         | m <sup>2</sup> |       |
| Vegetaci3n secundaria arb3rea de selva mediana subperennifolia | 1.3733     | 13733          | 69.87 |
| Vegetaci3n de Matorral Costero                                 | 0.3817     | 3816.92        | 19.42 |
| Sin vegetaci3n   | 0.0337     | 336.85         | 1.71  |
| Roca e infraestructura   | 0.1767     | 1767.45        | 8.99  |
| Pol3gono del proyecto  | 1.9654     | 19654.22       | 100   |

Como se puede apreciar, la mayor parte del predio est3 ocupado por vegetaci3n secundaria arb3rea de selva mediana subperennifolia (69.87%), mientras que la vegetaci3n de matorral costero constituye el 19.42% de la superficie tota, y el resto carece de vegetaci3n.

### **f.1.) Composici3n y estructura de la vegetaci3n en el pol3gono del proyecto**

Derivado de los muestreos realizados al interior del pol3gono del proyecto, se obtuvo el listado general de las especies encontradas en ambos tipos de vegetaci3n (ver siguiente tabla).

Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B-Regional del proyecto  
**“Hotel Riviera Canc3n”**

**Tabla IV. 58.** Listado florístico general de especies registradas en el polígono del proyecto.

| ID | Clase         | Familia <sup>1</sup> | Nombre cient3fico   | Nombre com3n      | FC <sup>2</sup> | TV <sup>3</sup>  | End <sup>4</sup> | EC <sup>5</sup> |      |       |
|----|---------------|----------------------|---|-------------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|------|-------|
|    |               |                      |   |                   |                 |                  |                  | NOM             | IUCN | CITES |
| 1  | Liliopsida    | Arecaceae            | <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | Palma chit        | A, Ar, H        | VSA/SMQ, VMC, VM | -                | A               | -    | -     |
| 2  | Magnoliopsida | Sapotaceae           | <i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni (1942)           | Kaniste           | A, Ar, H        | VSA/SMQ          | -                | -               | -    | -     |
| 3  | Magnoliopsida | Burseraceae          | <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg. (1890)                   | Palo mulato       | A               | VSA/SMQ, VM      | -                | -               | -    | -     |
| 4  | Magnoliopsida | Boraginaceae         | <i>Cordia sebestena</i> L. (1753)                           | Ciricote de playa | A, Ar           | VSA/SMQ, VMC     | -                | -               | LC   | -     |
| 5  | Magnoliopsida | Myrtaceae            | <i>Eugenia axillaris</i> (Sw.) Willd. (1799)                | snc               | A, Ar           | VSA/SMQ, VM      | -                | -               | -    | -     |
| 6  | Magnoliopsida | Anacardiaceae        | <i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb. (1908)                 | Chechem           | A               | VSA/SMQ, VM      | -                | -               | -    | -     |
| 7  | Magnoliopsida | Capparaceae          | <i>Capparis incana</i> Kunth (1821)                         | Matagallina       | A, Ar           | VSA/SMQ, VMC, VM | -                | -               | -    | -     |
| 8  | Magnoliopsida | Schoepfiaceae        | <i>Schoepfia schreberi</i> J.F. Gmel. (1791)                | Nanchecillo       | Ar              | VSA/SMQ          | -                | -               | -    | -     |
| 9  | Magnoliopsida | Fabaceae             | <i>Pithecellobium keyense</i> Britton (1928)                | Ya'ax k'aax*      | A, Ar           | VSA/SMQ, VMC, VM | -                | -               | -    | -     |
| 10 | Magnoliopsida | Moraceae             | <i>Ficus maxima</i> Mill. (1768)                            | Matapalo          | A               | VSA/SMQ, VM      | -                | -               | -    | -     |
| 11 | Magnoliopsida | Combretaceae         | <i>Terminalia catappa</i> L. (1767)                         | Almendo           | A               | VSA/SMQ, VM      | -                | -               | -    | -     |



Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B-Regional del proyecto  
**“Hotel Riviera Canc3n”**

| ID | Clase         | Familia <sup>1</sup> | Nombre cient3fico   | Nombre com3n      | FC <sup>2</sup> | TV <sup>3</sup> | End <sup>4</sup> | EC <sup>5</sup> |      |       |
|----|---------------|----------------------|---|-------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|------|-------|
|    |               |                      |   |                   |                 |                 |                  | NOM             | IUCN | CITES |
| 12 | Magnoliopsida | Lamiaceae            | <i>Vitex trifolia</i> L. (1753)                                       | 3rbol casto       | A, Ar           | VSA/SMQ, VMC    | -                | -               | -    | -     |
| 13 | Magnoliopsida | Muntingiaceae        | <i>Muntingia calabura</i> L. (1753)                                   | Capul3n           | A, Ar           | VSA/SMQ         | -                | -               | -    | -     |
| 14 | Magnoliopsida | Moraceae             | <i>Ficus ovalis</i> (Liebm.) Miq. (1867)                              | Matapalo          | A               | VSA/SMQ         | -                | -               | -    | -     |
| 15 | Magnoliopsida | Fabaceae             | <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit (1961)                     | Guaje             | A               | VSA/SMQ, VM     | -                | -               | -    | -     |
| 16 | Magnoliopsida | Polygonaceae         | <i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L. (1759)                               | Uvero de playa    | Ar              | VMC             | -                | -               | -    | -     |
| 17 | Liliopsida    | Asparagaceae         | <i>Agave angustifolia</i> Haw. (1812)                                 | Maguey            | H               | VMC             | -                | -               | -    | -     |
| 18 | Magnoliopsida | Boraginaceae         | <i>Tournefortia gnaphalodes</i> (L.) R. Br. ex Roem. & Schult. (1819) | Alhucema de costa | Ar              | VMC             | -                | -               | -    | -     |
| 19 | Magnoliopsida | Asteraceae           | <i>Ambrosia hispida</i> Pursh (1813)                                  | Margarita de mar  | H               | VMC             | -                | -               | -    | -     |
| 20 | Magnoliopsida | Sapotaceae           | <i>Bumelia retusa</i> Balb. ex A. DC. (1844)                          | Pico real         | A, Ar           | VMC, VM         | -                | -               | -    | -     |
| 21 | Magnoliopsida | Rubiaceae            | <i>Ernodea littoralis</i> Sw. (1788)                                  | Ciricote blanco   | H               | VMC             | -                | -               | LC   | -     |
| 22 | Magnoliopsida | Surianaceae          | <i>Suriana maritima</i> L. (1753)                                     | Tabaquillo        | Ar              | VMC             | -                | -               | -    | -     |
| 23 | Magnoliopsida | Fabaceae             | <i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg. (1891)                           | Hab3n             | A               | VSA/SMQ, VM     | -                | -               | -    | -     |
| 24 | Liliopsida    | Arecaceae            | <i>Cocos nucifera</i> L. (1753)                                       | Palma de coco     | A, Ar           | VSA/SMQ, VMC    | -                | -               | -    | -     |
| 25 | Magnoliopsida | Lamiaceae            | <i>Callicarpa acuminata</i> Kunth (1817)                              | Pukin             | Ar              | VSA/SMQ         | -                | -               | -    | -     |
| 26 | Magnoliopsida | Phytolaccaceae       | <i>Rivina humilis</i> L. (1753)                                       | Coralillo         | H               | VSA/SMQ, VMC    | -                | -               | -    | -     |

Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B-Regional del proyecto  
**“Hotel Riviera Canc3n”**

| ID | Clase         | Familia <sup>1</sup> | Nombre cient3fico   | Nombre com3n          | FC <sup>2</sup> | TV <sup>3</sup> | End <sup>4</sup> | EC <sup>5</sup> |      |       |
|----|---------------|----------------------|---|-----------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|------|-------|
|    |               |                      |   |                       |                 |                 |                  | NOM             | IUCN | CITES |
| 27 | Magnoliopsida | Putranjivaceae       | <i>Drypetes lateriflora</i> (Sw.) Krug & Urb. (1892)      | snc                   | A, Ar           | VSA/SMQ         | -                | -               | -    | -     |
| 28 | Magnoliopsida | Acanthaceae          | <i>Bravaisia berlandieriana</i> (Nees) T.F. Daniel (1988) | Juluub                | Ar              | VSA/SMQ, VM     | -                | -               | -    | -     |
| 29 | Liliopsida    | Amaryllidaceae       | <i>Hymenocallis littoralis</i> (Jacq.) Salisb. (1812)     | Lirio araña           | H               | VMC             | -                | -               | -    | -     |
| 30 | Magnoliopsida | Capparaceae          | <i>Capparis flexuosa</i> (L.) L. (1762)                   | Bokanche <sup>*</sup> | Ar              | VSA/SMQ         | -                | -               | -    | -     |

**1. Familia:** De acuerdo con Missouri Botanical Garden (2015). **2. FC (Forma de crecimiento):** A, Arb3reo; Ar, Arbustivo; H, Herb3ceo. **3. TV (Tipo de Vegetaci3n):** VMC, Vegetaci3n de matorral costero; VSA/SMQ, Vegetaci3n secundaria arb3rea de selva mediana subperennifolia. **4. End (Endemismo).** **5. EC: NOM** (NOM-059-SEMARNAT-2010): A, Amenazada; **IUCN** (Uni3n Internacional para la Conservaci3n de la Naturaleza): LC, Preocupaci3n Menor; **CITES** (Convenci3n Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora). <sup>\*</sup>Nombre com3n en maya.

En los siguientes apartados se describe la composici3n y estructura en cada tipo de vegetaci3n evaluado para el pol3gono del proyecto.

### **VEGETACI3N SECUNDARIA ARB3REA DE SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA (VSA/SMQ)**

Este tipo de vegetaci3n se encuentra compuesta por dos clases, 16 familias, 20 g3neros y 22 especies, de las cuales 12 se hicieron presentes en el estrato arb3reo, 9 en el arbustivo y 3 en el estrato herb3ceo. En la siguiente tabla se presenta el listado de las especies que componen este tipo de vegetaci3n.

**Tabla IV. 59** Listado flor3stico de especies registradas en Vegetaci3n Secundaria Arb3rea de Selva Mediana Subperennifolia (VSA/SMQ).

| Familia                    | Nombre cient3fico   | Nombre com3n      | FC <sup>1</sup> | End <sup>2</sup> | EC <sup>3</sup> |      |       |
|----------------------------|---|-------------------|-----------------|------------------|-----------------|------|-------|
|                            |   |                   |                 |                  | NOM             | IUCN | CITES |
| <b>Clase Liliopsida</b>    |   |                   |                 |                  |                 |      |       |
| Arecaceae                  | <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | Palma chit        | A, Ar, H        | -                | A               | -    | -     |
| Arecaceae                  | <i>Cocos nucifera</i> L. (1753)                             | Palma de coco     | A, Ar           | -                | -               | -    | -     |
| <b>Clase Magnoliopsida</b> |   |                   |                 |                  |                 |      |       |
| Sapotaceae                 | <i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni (1942)           | Kaniste           | A, Ar, H        | -                | -               | -    | -     |
| Burseraceae                | <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg. (1890)                   | Palo mulato       | A               | -                | -               | -    | -     |
| Boraginaceae               | <i>Cordia sebestena</i> L. (1753)                           | Ciricote de playa | A, Ar           | -                | -               | LC   | -     |
| Myrtaceae                  | <i>Eugenia axillaris</i> (Sw.) Willd. (1799)                | snc               | A, Ar           | -                | -               | -    | -     |
| Anacardiaceae              | <i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb. (1908)                 | Chechem           | A               | -                | -               | -    | -     |
| Capparaceae                | <i>Capparis incana</i> Kunth (1821)                         | Matagallina       | A, Ar           | -                | -               | -    | -     |
| Schoepfiaceae              | <i>Schoepfia schreberi</i> J.F. Gmel. (1791)                | Nanchecillo       | Ar              | -                | -               | -    | -     |
| Fabaceae                   | <i>Pithecellobium keyense</i> Britton                       | Ya'ax k'aax*      | A, Ar           | -                | -               | -    | -     |

| Familia        | Nombre cient3fico   | Nombre com3n           | FC <sup>1</sup> | End <sup>2</sup> | EC <sup>3</sup> |      |       |
|----------------|---|------------------------|-----------------|------------------|-----------------|------|-------|
|                |   |                        |                 |                  | NOM             | IUCN | CITES |
|                | (1928)  |                        |                 |                  |                 |      |       |
| Moraceae       | <i>Ficus maxima</i> Mill. (1768)                          | Matapalo               | A               | -                | -               | -    | -     |
| Combretaceae   | <i>Terminalia catappa</i> L. (1767)                       | Almendro               | A               | -                | -               | -    | -     |
| Lamiaceae      | <i>Vitex trifolia</i> L. (1753)                           | 3rbol casto            | A, Ar           | -                | -               | -    | -     |
| Muntingiaceae  | <i>Muntingia calabura</i> L. (1753)                       | Capul3n                | A, Ar           | -                | -               | -    | -     |
| Moraceae       | <i>Ficus ovalis</i> (Liebm.) Miq. (1867)                  | Matapalo               | A               | -                | -               | -    | -     |
| Fabaceae       | <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit (1961)         | Guaje                  | A               | -                | -               | -    | -     |
| Fabaceae       | <i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg. (1891)               | Hab3n                  | A               | -                | -               | -    | -     |
| Lamiaceae      | <i>Callicarpa acuminata</i> Kunth (1817)                  | Pukin                  | Ar              | -                | -               | -    | -     |
| Phytolaccaceae | <i>Rivina humilis</i> L. (1753)                           | Coralillo              | H               | -                | -               | -    | -     |
| Putranjivaceae | <i>Drypetes lateriflora</i> (Sw.) Krug & Urb. (1892)      | snc                    | A, Ar           | -                | -               | -    | -     |
| Acanthaceae    | <i>Bravaisia berlandieriana</i> (Nees) T.F. Daniel (1988) | Juluub                 | Ar              | -                | -               | -    | -     |
| Capparaceae    | <i>Capparis flexuosa</i> (L.) L. (1762)                   | Bokanche <sup>1*</sup> | Ar              | -                | -               | -    | -     |

**1. FC (Forma de crecimiento):** A, Arb3reo; Ar, Arbustivo; H, Herb3ceo. **2. End (Endemismo).** **3. EC (Estado de conservaci3n):** **NOM** (NOM-059-SEMARNAT-2010): A, Amenazada; **IUCN** (Uni3n Internacional para la Conservaci3n de la Naturaleza): LC, Preocupaci3n Menor; **CITES** (Convenci3n Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora).

Acontinuaci3n se presentan los resultados de los indicadores de diversidad y estructura, los cuales se encuentran descritos en el cap3tulo IX.

### Estrato arb3reo

- Descripci3n general del estrato

La vegetaci3n arb3rea considero a las especies con una altura m3nima de 3 m y como m3xima 8 m. En la siguiente tabla se muestran los valores promedio de DAP, 3rea basal, altura y cobertura, de manera general para el estrato y posteriormente por especie.

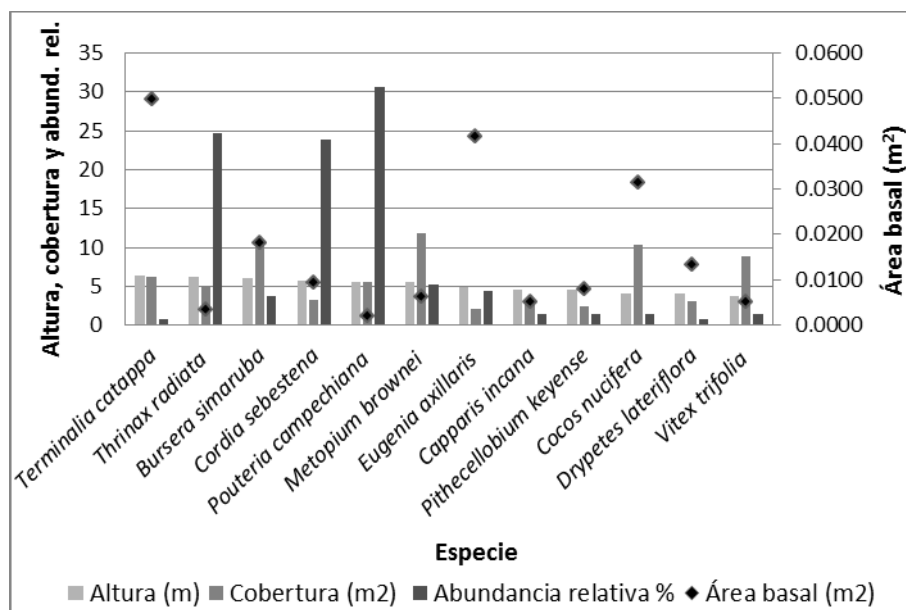
**Tabla IV. 60** Par3metros descriptivos de la estructura general del estrato arb3reo en VSA/SMQ.

| Par3metro | DAP (cm) | 3rea basal (m <sup>2</sup> ) | Altura (m) | Cobertura (m <sup>2</sup> ) |
|-----------|----------|------------------------------|------------|-----------------------------|
| Promedio  | 11.21    | 0.0124                       | 5.66       | 5.2019                      |
| M3xima    | 37       | 0.1075                       | 8          | 33.1831                     |
| M3nima    | 5        | 0.0020                       | 3          | 0.2827                      |

**Tabla IV. 61** Par3metros descriptivos de la estructura por especie del estrato arb3reo en VSA/SMQ

| Nombre cient3fico             | Promedios |                              |            |                             | Abundancia relativa % |
|-------------------------------|-----------|------------------------------|------------|-----------------------------|-----------------------|
|                               | DAP (cm)  | 3rea basal (m <sup>2</sup> ) | Altura (m) | Cobertura (m <sup>2</sup> ) |                       |
| <i>Terminalia catappa</i>     | 16.00     | 0.0497                       | 6.40       | 6.2930                      | 0.75                  |
| <i>Thrinax radiata</i>        | 11.67     | 0.0033                       | 6.20       | 5.0175                      | 24.63                 |
| <i>Bursera simaruba</i>       | 23.60     | 0.0181                       | 6.10       | 10.5440                     | 3.73                  |
| <i>Cordia sebestena</i>       | 9.60      | 0.0095                       | 5.70       | 3.2746                      | 23.88                 |
| <i>Pouteria campechiana</i>   | 10.92     | 0.0020                       | 5.59       | 5.5851                      | 30.6                  |
| <i>Metopium brownei</i>       | 14.60     | 0.0064                       | 5.58       | 11.8497                     | 5.22                  |
| <i>Eugenia axillaris</i>      | 9.50      | 0.0415                       | 4.89       | 2.1258                      | 4.48                  |
| <i>Capparis incana</i>        | 6.50      | 0.0050                       | 4.50       | 3.3625                      | 1.49                  |
| <i>Pithecellobium keyense</i> | 9.00      | 0.0079                       | 4.50       | 2.4544                      | 1.49                  |
| <i>Cocos nucifera</i>         | 14.50     | 0.0314                       | 4.00       | 10.2828                     | 1.49                  |
| <i>Drypetes lateriflora</i>   | 5.00      | 0.0133                       | 4.00       | 3.1416                      | 0.75                  |
| <i>Vitex trifolia</i>         | 7.50      | 0.0050                       | 3.75       | 8.8357                      | 1.49                  |

En la siguiente figura se pueden visualizar los par3metros indicados en la tabla anterior.



**Figura IV. 102.** Estructura general del estrato arb3reo (VSA/SMQ)

- Indicadores de diversidad y abundancia relativa

En la siguiente tabla se desglosa la estimaci3n de los indicadores de diversidad (Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Pielou), para el estrato arb3reo.

**Tabla IV. 62** 3ndices de Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Equidad de Pielou para el estrato arb3reo.  
(VSA/SMQ).

| Nombre com3n          | Nombre cientifico   | ni         | pi            | pi <sup>2</sup> | -pi*Ln*pi     |
|-----------------------|---|------------|---------------|-----------------|---------------|
| Palo mulato           | <i>Bursera simaruba (L.) Sarg. (1890)</i>                       | 5          | 0.0373        | 0.0014          | 0.1227        |
| Matagallina           | <i>Capparis incana Kunth (1821)</i>                             | 2          | 0.0149        | 0.0002          | 0.0628        |
| Palma de coco         | <i>Cocos nucifera L. (1753)</i>                                 | 2          | 0.0149        | 0.0002          | 0.0628        |
| Ciricote de playa     | <i>Cordia sebestena L. (1753)</i>                               | 32         | 0.2388        | 0.0570          | 0.3420        |
| snc                   | <i>Drypetes lateriflora</i>                                     | 1          | 0.0075        | 0.0001          | 0.0366        |
| snc                   | <i>Eugenia axillaris (Sw.) Willd. (1799)</i>                    | 6          | 0.0448        | 0.0020          | 0.1391        |
| Chechem               | <i>Metopium brownei (Jacq.) Urb. (1908)</i>                     | 7          | 0.0522        | 0.0027          | 0.1542        |
| Ya'ax k'aax           | <i>Pithecellobium keyense Britton (1928)</i>                    | 2          | 0.0149        | 0.0002          | 0.0628        |
| Kaniste               | <i>Pouteria campechiana (Kunth) Baehni (1942)</i>               | 41         | 0.3060        | 0.0936          | 0.3624        |
| Almendro              | <i>Terminalia catappa L. (1767)</i>                             | 1          | 0.0075        | 0.0001          | 0.0366        |
| Palma chit            | <i>Thrinax radiata Lodd. ex Schult. &amp; Schult. f. (1830)</i> | 33         | 0.2463        | 0.0606          | 0.3451        |
| 3rbol casto           | <i>Vitex trifolia L. (1753)</i>                                 | 2          | 0.0149        | 0.0002          | 0.0628        |
| <b>Sumatoria (Σ)=</b> |   | <b>134</b> | <b>1.0000</b> | <b>0.2184</b>   | <b>1.7896</b> |

D3nde:

|                              |        |
|------------------------------|--------|
| Riqueza espec3fica (S)=      | 12     |
| 3ndice de Margalef (Dmg)=    | 2.2459 |
| 3ndice de Simpson (D)=       | 0.2184 |
| Diversidad de Simpson (1-D)= | 0.7816 |

|                                    |        |
|------------------------------------|--------|
| 3ndice de Shannon-Wiener ( $H'$ )= | 1.7896 |
| M3xima diversidad ( $H_{max}$ )=   | 2.4849 |
| Equidad de Pielou ( $J'$ ) =       | 0.7202 |
| $H_{max} - H'$ =                   | 0.6953 |

El estrato arb3reo est3 representado por una riqueza de 12 especies, las cuales presentan una uniformidad en su distribuci3n de 0.7202 seg3n el 3ndice de Equidad de Pielou ( $J'$ ), este dato indica que existe presencia de especies dominantes en este estrato, lo cual se puede corroborar con el 3ndice de Simpson, el cual expresado en t3rminos de dominancia da un valor de 0.2184. En cuanto al 3ndice de Shannon-Wiener ( $H'$ ), este presenta un valor bajo comparado con el de la m3xima diversidad que podr3a alcanzar el estrato representada por 2.4849.

En la siguiente tabla se puede observar que las especies que estar3an ocasionando el valor de 0.2184 para el 3ndice de dominancia de Simpson son *Pouteria campechiana*, *Thrinax radiata* y *Cordia sebestena*, en orden de mayor a menor abundancia respectivamente.

**Tabla IV. 63** Abundancia relativa. Estrato arb3reo (VSA/SMQ).

| Nombre cient3fico                                 | Abundancia relativa % |
|---|-----------------------|
| <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg. (1890)         | 3.73                  |
| <i>Capparis incana</i> Kunth (1821)               | 1.49                  |
| <i>Cocos nucifera</i> L. (1753)                   | 1.49                  |
| <i>Cordia sebestena</i> L. (1753)                 | 23.88                 |
| <i>Drypetes lateriflora</i>                       | 0.75                  |
| <i>Eugenia axillaris</i> (Sw.) Willd. (1799)      | 4.48                  |
| <i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb. (1908)       | 5.22                  |
| <i>Pithecellobium keyense</i> Britton (1928)      | 1.49                  |
| <i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni (1942) | 30.60                 |



| Nombre cient3fico   | Abundancia relativa % |
|---|-----------------------|
| <i>Terminalia catappa</i> L. (1767)                         | 0.75                  |
| <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | 24.63                 |
| <i>Vitex trifolia</i> L. (1753)                             | 1.49                  |
| <b>Total=</b>   | <b>100.00</b>         |

- 3ndice de valor de importancia

Por su parte el 3ndice de valor de importancia muestra cuales son las especies con mayor relevancia en este estrato, por su densidad, dominancia (3rea basal o cobertura ocupada) y frecuencia de aparici3n.

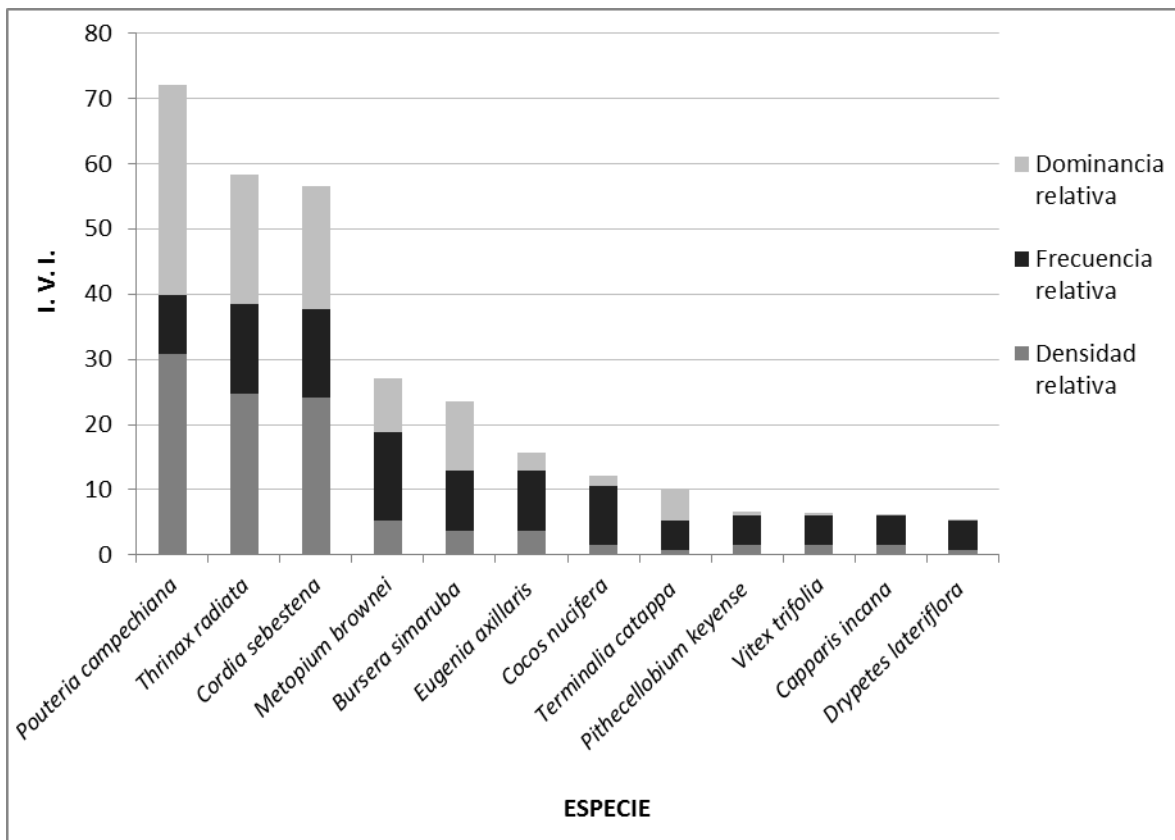
*3ndice de Valor de Importancia con Dominancia=3rea basal*

En la siguiente tabla se muestra el 3ndice de valor de importancia tomando en cuenta el 3rea basal para el par3metro de dominancia.

**Tabla IV. 64** 3ndice de Valor de Importancia para el estrato arb3reo (VSA/SMQ) con dominancia=3rea basal.

| Nombre cient3fico   | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Dominancia relativa (3rea basal) | I.V.I.  |
|---|-------------------|---------------------|----------------------------------|---------|
| <i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni (1942)           | 30.8271           | 9.0909              | 32.1337                          | 72.0517 |
| <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | 24.8120           | 13.6364             | 19.8682                          | 58.3166 |
| <i>Cordia sebestena</i> L. (1753)                           | 24.0602           | 13.6364             | 18.7736                          | 56.4701 |
| <i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb. (1908)                 | 5.2632            | 13.6364             | 8.1465                           | 27.0461 |
| <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg. (1890)                   | 3.7594            | 9.0909              | 10.7152                          | 23.5655 |
| <i>Eugenia axillaris</i> (Sw.) Willd. (1799)                | 3.7594            | 9.0909              | 2.7517                           | 15.6020 |
| <i>Cocos nucifera</i> L. (1753)                             | 1.5038            | 9.0909              | 1.5622                           | 12.1569 |
| <i>Terminalia catappa</i> L. (1767)                         | 0.7519            | 4.5455              | 4.7375                           | 10.0348 |
| <i>Pithecellobium keyense</i> Britton (1928)                | 1.5038            | 4.5455              | 0.5558                           | 6.6050  |

| Nombre cient3fico                   | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Dominancia relativa (3rea basal) | I.V.I. |
|-------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------------------------|--------|
| <i>Vitex trifolia L. (1753)</i>     | 1.5038            | 4.5455              | 0.3829                           | 6.4321 |
| <i>Capparis incana Kunth (1821)</i> | 1.5038            | 4.5455              | 0.2880                           | 6.3373 |
| <i>Drypetes lateriflora</i>         | 0.7519            | 4.5455              | 0.0847                           | 5.3821 |
| Sup. Muestreada=1200 m <sup>2</sup> | 100               | 100                 | 100                              | 300    |



**Figura IV. 103** Representaci3n gr3fica del I.V.I. Estrato arb3reo (VSA/SMQ).

Como se puede observar en la figura anterior, las especies con mayor valor de importancia en el estrato arb3reo (con dominancia=3rea basal) son *Pouteria campechiana*, *Thrinax radiata* y *Cordia sebestena*, lo cual obedece principalmente a su alta densidad en el ecosistema.

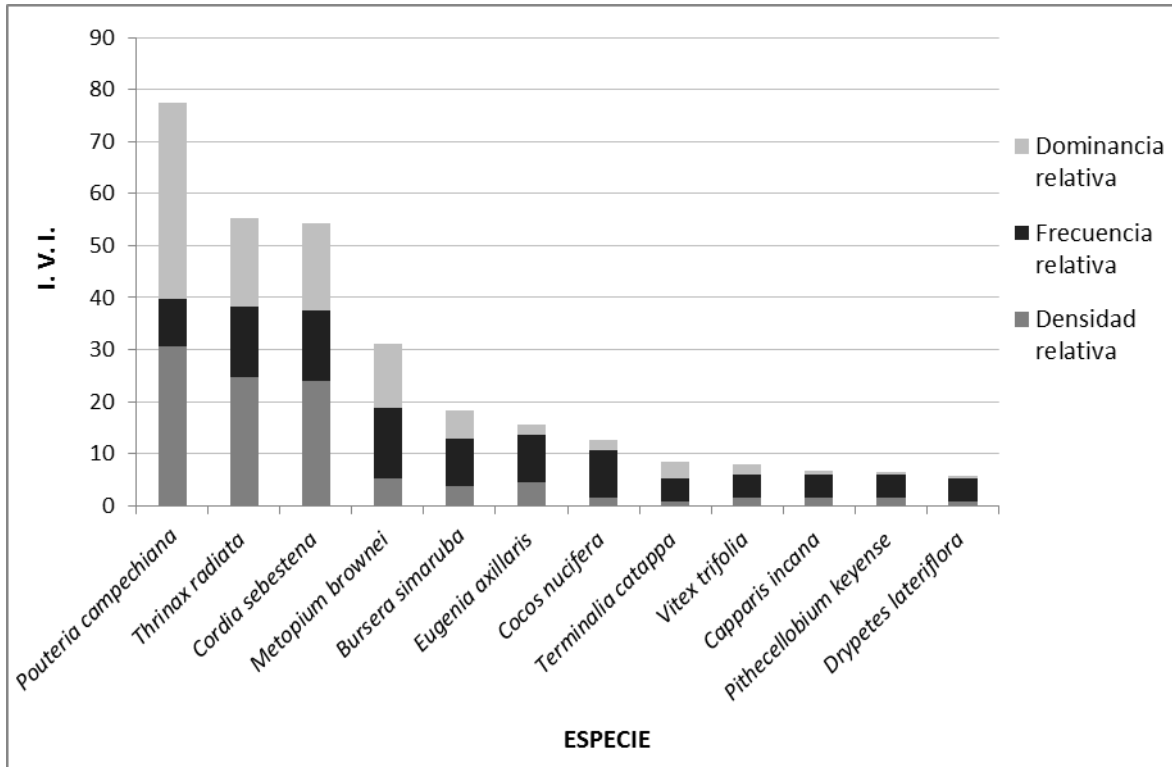
*Índice de Valor de Importancia con dominancia=cobertura*

En la siguiente tabla se muestra el índice de valor de importancia por especie, tomando en cuenta el valor de cobertura para el parámetro dominancia.

**Tabla IV. 65** Índice de Valor de Importancia para el estrato arbóreo (VSA/SMQ), con Dominancia=cobertura.

| Nombre científico   | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Dominancia relativa (cobertura m <sup>2</sup> ) | I.V.I.  |
|---|-------------------|---------------------|---|---------|
| <i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni (1942)           | 30.5970           | 9.0909              | 37.8941   | 77.5820 |
| <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | 24.6269           | 13.6364             | 17.0216   | 55.2848 |
| <i>Cordia sebestena</i> L. (1753)                           | 23.8806           | 13.6364             | 16.8318   | 54.3488 |
| <i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb. (1908)                 | 5.2239            | 13.6364             | 12.1816   | 31.0419 |
| <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg. (1890)                   | 3.7313            | 9.0909              | 5.4197  | 18.2419 |
| <i>Eugenia axillaris</i> (Sw.) Willd. (1799)                | 4.4776            | 9.0909              | 1.9668  | 15.5353 |
| <i>Cocos nucifera</i> L. (1753)                             | 1.4925            | 9.0909              | 2.1142  | 12.6976 |
| <i>Terminalia catappa</i> L. (1767)                         | 0.7463            | 4.5455              | 3.2346  | 8.5264  |
| <i>Vitex trifolia</i> L. (1753)                             | 1.4925            | 4.5455              | 1.8166  | 7.8546  |
| <i>Capparis incana</i> Kunth (1821)                         | 1.4925            | 4.5455              | 0.6913  | 6.7293  |
| <i>Pithecellobium keyense</i> Britton (1928)                | 1.4925            | 4.5455              | 0.5046  | 6.5426  |
| <i>Drypetes lateriflora</i> (Sw.) Krug & Urb. (1892)        | 0.7463            | 4.5455              | 0.3230  | 5.6147  |
| Sup. Muestreada=1200 m <sup>2</sup>                         | 100               | 100                 | 100   | 300     |

Como se puede apreciar en la siguiente gráfica, al reemplazar la dominancia de área basal por el valor de cobertura, las especies con mayor valor de importancia conservan su orden, y sólo cambia el orden de *Pithecellobium keyense*, pasando a un nivel de importancia menor.



**Figura IV. 104** Representaci3n gr3fica del I.V.I. con Dominancia=cobertura. Estrato arb3stico (VSA/SMQ).

### Estrato arbustivo

- Descripci3n general del estrato

El estrato arbustivo incluye especies con una talla de 1.2 m y 4 m. En la siguiente tabla se muestran los valores promedio de altura y cobertura, de manera general para el estrato y posteriormente por especie.

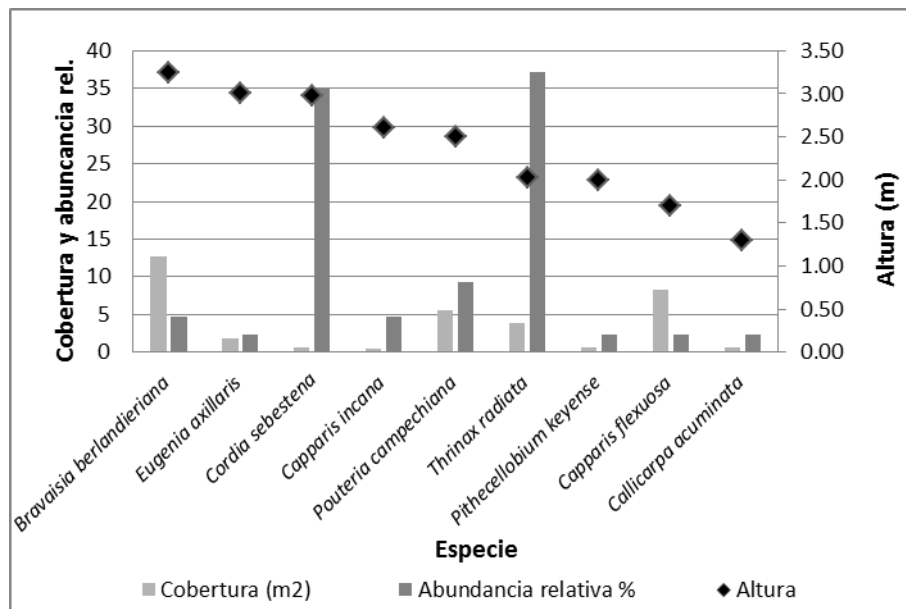
**Tabla IV. 66** Par3metros descriptivos de la estructura general del estrato arbustivo en VSA/SMQ.

| Par3metro | Altura (m) | Cobertura (m <sup>2</sup> ) |
|-----------|------------|-----------------------------|
| Promedio  | 2.48       | 3.0503                      |
| M3xima    | 4          | 19.6350                     |
| M3nima    | 1.2        | 0.0491                      |

**Tabla IV. 67** Par3metros descriptivos de la estructura por especie del estrato arbustivo en VSA/SMQ.

| Especie                         | Promedios  |                             | Abundancia relativa % |
|---------------------------------|------------|-----------------------------|-----------------------|
|                                 | Altura (m) | Cobertura (m <sup>2</sup> ) |                       |
| <i>Bravaisia berlandieriana</i> | 3.25       | 12.7627                     | 4.65                  |
| <i>Eugenia axillaris</i>        | 3.00       | 1.7671                      | 2.33                  |
| <i>Cordia sebestena</i>         | 2.97       | 0.5741                      | 34.88                 |
| <i>Capparis incana</i>          | 2.60       | 0.4722                      | 4.65                  |
| <i>Pouteria campechiana</i>     | 2.50       | 5.6343                      | 9.3                   |
| <i>Thrinax radiata</i>          | 2.03       | 3.8924                      | 37.21                 |
| <i>Pithecellobium keyense</i>   | 2.00       | 0.6362                      | 2.33                  |
| <i>Capparis flexuosa</i>        | 1.70       | 8.2958                      | 2.33                  |
| <i>Callicarpa acuminata</i>     | 1.30       | 0.5675                      | 2.33                  |

En la siguiente figura se puede observar que las especies con mayor relevancia en el estrato arbustivo por su abundancia son: *Thrinax radiata* y *Cordia sebestena*, y por su cobertura son: *Bravaisia berlandieriana* y *Capparis flexuosa*.



**Figura IV. 105** Estructura general del estrato arbustivo (VSA/SMQ)

- Indicadores de diversidad y abundancia relativa

En la siguiente tabla se desglosa la estimaci3n de los indicadores de diversidad (Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Pielou), para el estrato arbustivo.

**Tabla IV. 68.** 3ndices de Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Equidad de Pielou para el estrato arbustivo (VSA/SMQ).

| Nombre com3n           | Nombre cient3fico   | ni        | pi            | pi <sup>2</sup> | -pi*Ln*pi     |
|------------------------|---|-----------|---------------|-----------------|---------------|
| Juluub                 | <i>Bravaisia berlandieriana</i> (Nees) T.F. Daniel (1988)   | 2         | 0.0465        | 0.0022          | 0.1427        |
| Pukin                  | <i>Callicarpa acuminata</i> Kunth (1817)                    | 1         | 0.0233        | 0.0005          | 0.0875        |
| Matagallina            | <i>Capparis incana</i> Kunth (1821)                         | 2         | 0.0465        | 0.0022          | 0.1427        |
| Ciricote de playa      | <i>Cordia sebestena</i> L. (1753)                           | 15        | 0.3488        | 0.1217          | 0.3674        |
| Bokanche <sup>1*</sup> | <i>Capparis flexuosa</i> (L.) L. (1762)                     | 1         | 0.0233        | 0.0005          | 0.0875        |
| snc                    | <i>Eugenia axillaris</i> (Sw.) Willd. (1799)                | 1         | 0.0233        | 0.0005          | 0.0875        |
| Ya'ax k'aax            | <i>Pithecellobium keyense</i> Britton (1928)                | 1         | 0.0233        | 0.0005          | 0.0875        |
| Kaniste                | <i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni (1942)           | 4         | 0.0930        | 0.0087          | 0.2209        |
| Palma chit             | <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | 16        | 0.3721        | 0.1385          | 0.3679        |
| <b>Sumatoria (Σ)=</b>  |   | <b>43</b> | <b>1.0000</b> | <b>0.2753</b>   | <b>1.5914</b> |

|  |        |
|--|--------|
| Riqueza espec3fica (S)=                | 9      |
| 3ndice de Margalef (Dmg)=              | 2.1270 |
| 3ndice de Simpson (D)=                 | 0.2753 |
| D3nnde: Diversidad de Simpson (1-D)=   | 0.7247 |
| 3ndice de Shannon-Wiener (H')=         | 1.5914 |
| M3xima diversidad (H <sub>max</sub> )= | 2.1972 |
| Equidad de Pielou (J') =               | 0.7243 |
| H <sub>max</sub> - H' =                | 0.6058 |

El estrato arbustivo est3 representado por una riqueza de 9 especies, las cuales presentan una uniformidad en su distribuci3n de 0.7243 seg3n el 3ndice de Equidad de Pielou (J'), este dato indica que hay presencia de especies dominantes en este estrato representada por el 3ndice de Simpson, el cual expresado en t3rminos de dominancia da un valor de 0.2753. En cuanto al 3ndice de Shannon-Wiener (H'), este presenta un valor lejano al de la m3xima diversidad que podr3a alcanzar el estrato. En general presentar3a una baja diversidad, con dominancia de unas cuantas especies.

En la siguiente tabla se puede observar que las especies que estar3an ocasionando el valor de 0.2753 para el 3ndice de dominancia de Simpson son: *Trinax radiata* y *Cordia sebestena*.

**Tabla IV. 69** Abundancia relativa. Estrato arbustivo (VSA/SMQ).

| Nombre cient3fico   | Abundancia relativa % |
|---|-----------------------|
| <i>Bravaisia berlandieriana</i> (Nees) T.F. Daniel (1988)   | 4.65                  |
| <i>Callicarpa acuminata</i> Kunth (1817)                    | 2.33                  |
| <i>Capparis incana</i> Kunth (1821)                         | 4.65                  |
| <i>Cordia sebestena</i> L. (1753)                           | 34.88                 |
| <i>Capparis flexuosa</i> (L.) L. (1762)                     | 2.33                  |
| <i>Eugenia axillaris</i> (Sw.) Willd. (1799)                | 2.33                  |
| <i>Pithecellobium keyense</i> Britton (1928)                | 2.33                  |
| <i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni (1942)           | 9.30                  |
| <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | 37.21                 |
| <b>Total=</b>   | <b>100.00</b>         |

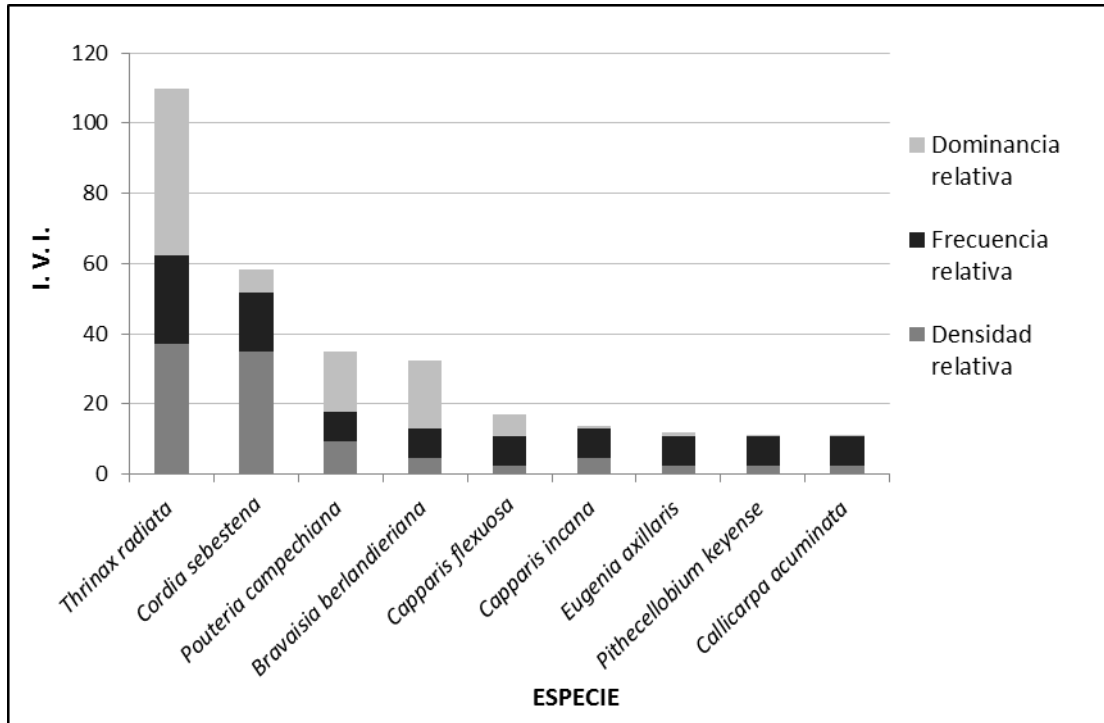
Por su parte el 3ndice de valor de importancia muestra cuales son las especies con mayor relevancia en este estrato, por su densidad, cobertura y frecuencia de aparici3n, como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla IV. 70.** 3ndice de Valor de Importancia para el estrato arbustivo (VSA/SMQ).

| Nombre cient3fico   | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Dominancia relativa | I.V.I.     |
|---|-------------------|---------------------|---------------------|------------|
| <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | 37.2093           | 25.0000             | 47.4813             | 109.6906   |
| <i>Cordia sebestena</i> L. (1753)                           | 34.8837           | 16.6667             | 6.5658              | 58.1162    |
| <i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni (1942)           | 9.3023            | 8.3333              | 17.1824             | 34.8180    |
| <i>Bravaisia berlandieriana</i> (Nees) T.F. Daniel (1988)   | 4.6512            | 8.3333              | 19.4608             | 32.4453    |
| <i>Capparis flexuosa</i> (L.) L. (1762)                     | 2.3256            | 8.3333              | 6.3248              | 16.9837    |
| <i>Capparis incana</i> Kunth (1821)                         | 4.6512            | 8.3333              | 0.7200              | 13.7045    |
| <i>Eugenia axillaris</i> (Sw.) Willd. (1799)                | 2.3256            | 8.3333              | 1.3473              | 12.0062    |
| <i>Pithecellobium keyense</i> Britton (1928)                | 2.3256            | 8.3333              | 0.4850              | 11.1439    |
| <i>Callicarpa acuminata</i> Kunth (1817)                    | 2.3256            | 8.3333              | 0.4326              | 11.0915    |
| Sup. Muestreada = 300 m <sup>2</sup>                        | <b>100</b>        | <b>100</b>          | <b>100</b>          | <b>300</b> |

Como se puede observar en la siguiente figura, las especies con mayor valor de importancia en el estrato arbustivo son *Thrinax radiata*, *Cordia sebestena* y *Pouteria campechiana*.





**Figura IV. 106.** Representaci3n gr3fica del I.V.I. Estrato arbustivo (VSA/SMQ).

### Estrato herb3ceo

- Descripci3n general del estrato

Este tipo de estrato, incluye especies con una altura entre los 0.20 m y 0.70 m. En la siguiente tabla se pueden apreciar los valores promedio de altura y cobertura de manera general para este estrato y posteriormente por especie.

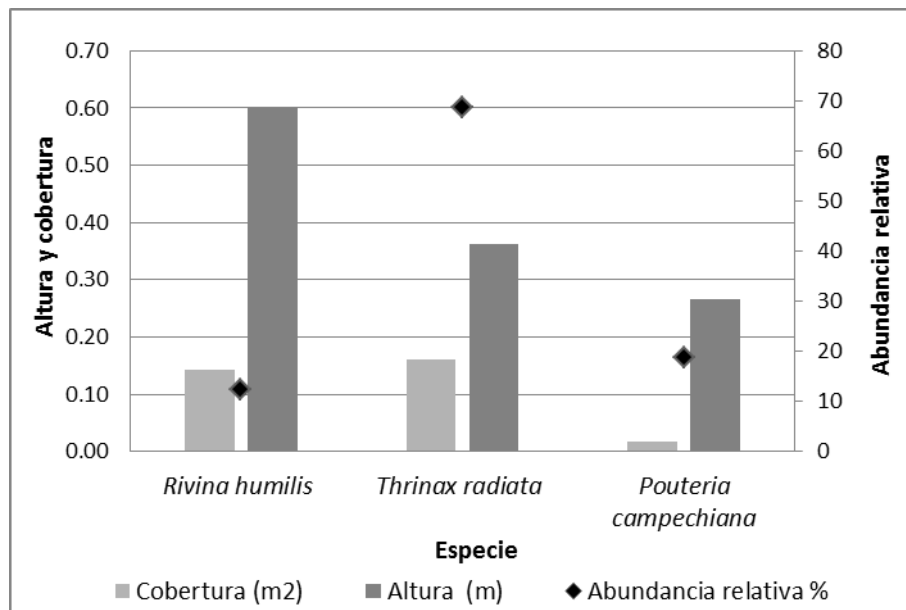
**Tabla IV. 71.** Par3metros descriptivos de la estructura general del estrato herb3ceo en VSA/SMQ

| Par3metro       | Altura (m) | Cobertura (m <sup>2</sup> ) |
|-----------------|------------|-----------------------------|
| <b>Promedio</b> | 0.38       | 0.1325                      |
| <b>M3xima</b>   | 0.70       | 0.4418                      |
| <b>M3nima</b>   | 0.20       | 0.0123                      |

**Tabla IV. 72** Par3metros descriptivos de la estructura por especie del estrato herb3ceo en VSA/SMQ

| Nombre cient3fico           | Promedios  |                             | Abundancia relativa % |
|-----------------------------|------------|-----------------------------|-----------------------|
|                             | Altura (m) | Cobertura (m <sup>2</sup> ) |                       |
| <i>Rivina humilis</i>       | 0.60       | 0.1433                      | 12.5                  |
| <i>Thrinax radiata</i>      | 0.36       | 0.1618                      | 68.75                 |
| <i>Pouteria campechiana</i> | 0.27       | 0.0180                      | 18.75                 |

El estrato herb3ceo de VSA/SMQ se encuentra compuesto principalmente por *Thrinax radiata*, de acuerdo a su mayor abundancia y cobertura, como se puede observar en la siguiente figura.



**Figura IV. 107** Estructura general del estrato herb3ceo (VSA/SMQ)

- Indicadores de diversidad y abundancia relativa

En la siguiente tabla se desglosa la estimaci3n de los indicadores de diversidad (Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Pielou), para el estrato herb3ceo.

**Tabla IV. 73** 3ndices de Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Equidad de Pielou para el estrato herb3ceo (VSA/SMQ).

| Nombre com3n                              | Nombre cient3fico   | ni        | pi            | pi <sup>2</sup> | -pi*Ln*pi     |
|---|---|-----------|---------------|-----------------|---------------|
| Kaniste                                   | <i>Pouteria campechiana (Kunth) Baehni (1942)</i>               | 3         | 0.1875        | 0.0352          | 0.3139        |
| Coralillo                                 | <i>Rivina humilis L. (1753)</i>                                 | 2         | 0.1250        | 0.0156          | 0.2599        |
| Palma chit                                | <i>Thrinax radiata Lodd. ex Schult. &amp; Schult. f. (1830)</i> | 11        | 0.6875        | 0.4727          | 0.2576        |
| <b>Sumatoria ( <math>\Sigma</math> )=</b> |   | <b>16</b> | <b>1.0000</b> | <b>0.5234</b>   | <b>0.8314</b> |

D3nde:

|  |        |
|--|--------|
| Riqueza espec3fica (S)=                | 3      |
| 3ndice de Margalef (Dmg)=              | 0.7213 |
| 3ndice de Simpson (D)=                 | 0.5234 |
| Diversidad de Simpson (1-D)=           | 0.4766 |
| 3ndice de Shannon-Wiener (H')=         | 0.8314 |
| M3xima diversidad (H <sub>max</sub> )= | 1.0986 |
| Equidad de Pielou (J') =               | 0.7568 |
| H <sub>max</sub> - H' =                | 0.2672 |

El estrato herb3ceo est3 representado por una riqueza de 3 especies, con una clara dominancia seg3n el 3ndice de Simpson de 0.5234, y por lo tanto baja diversidad y equitatividad seg3n Margalef, Pielou, Shannon-Wiener y Simpson expresado en t3rminos de diversidad.

En la siguiente tabla se puede observar que *Thrinax radiata* i presente una clara abundancia mayor que *Pouteria campechiana* en este estrato:

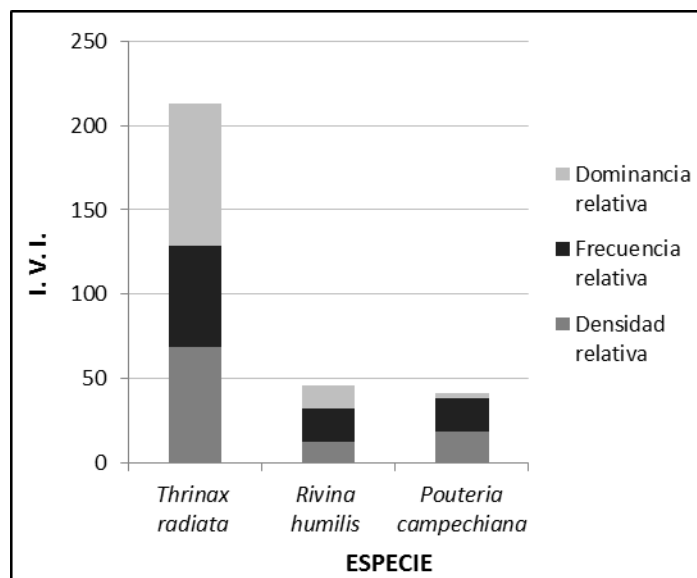
**Tabla IV. 74.** Abundancia relativa. Estrato herb3ceo (VSA/SMQ).

| Nombre cient3fico   | Abundancia relativa % |
|---|-----------------------|
| <i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni (1942)           | 18.75                 |
| <i>Rivina humilis</i> L. (1753)                             | 12.50                 |
| <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | 68.75                 |
| <b>Total=</b>   | <b>100.00</b>         |

En cuanto al 3ndice de valor de importancia, de igual manera sugiere que por densidad, cobertura y distribuci3n *Thrinax radiata* es la mejor representada.

**Tabla IV. 75.** 3ndice de Valor de Importancia para el estrato herb3ceo (VSA/SMQ).

| Nombre cient3fico   | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Dominancia relativa | I.V.I.     |
|---|-------------------|---------------------|---------------------|------------|
| <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | 68.7500           | 60.0000             | 83.9315             | 212.6815   |
| <i>Rivina humilis</i> L. (1753)                             | 12.5000           | 20.0000             | 13.5216             | 46.0216    |
| <i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni (1942)           | 18.7500           | 20.0000             | 2.5469              | 41.2969    |
| Superficie muestreada=12m <sup>2</sup>                      | <b>100</b>        | <b>100</b>          | <b>100</b>          | <b>300</b> |



**Figura IV. 108.** Representaci3n gr3fica del I.V.I. Estrato herb3ceo (VSA/SMQ).

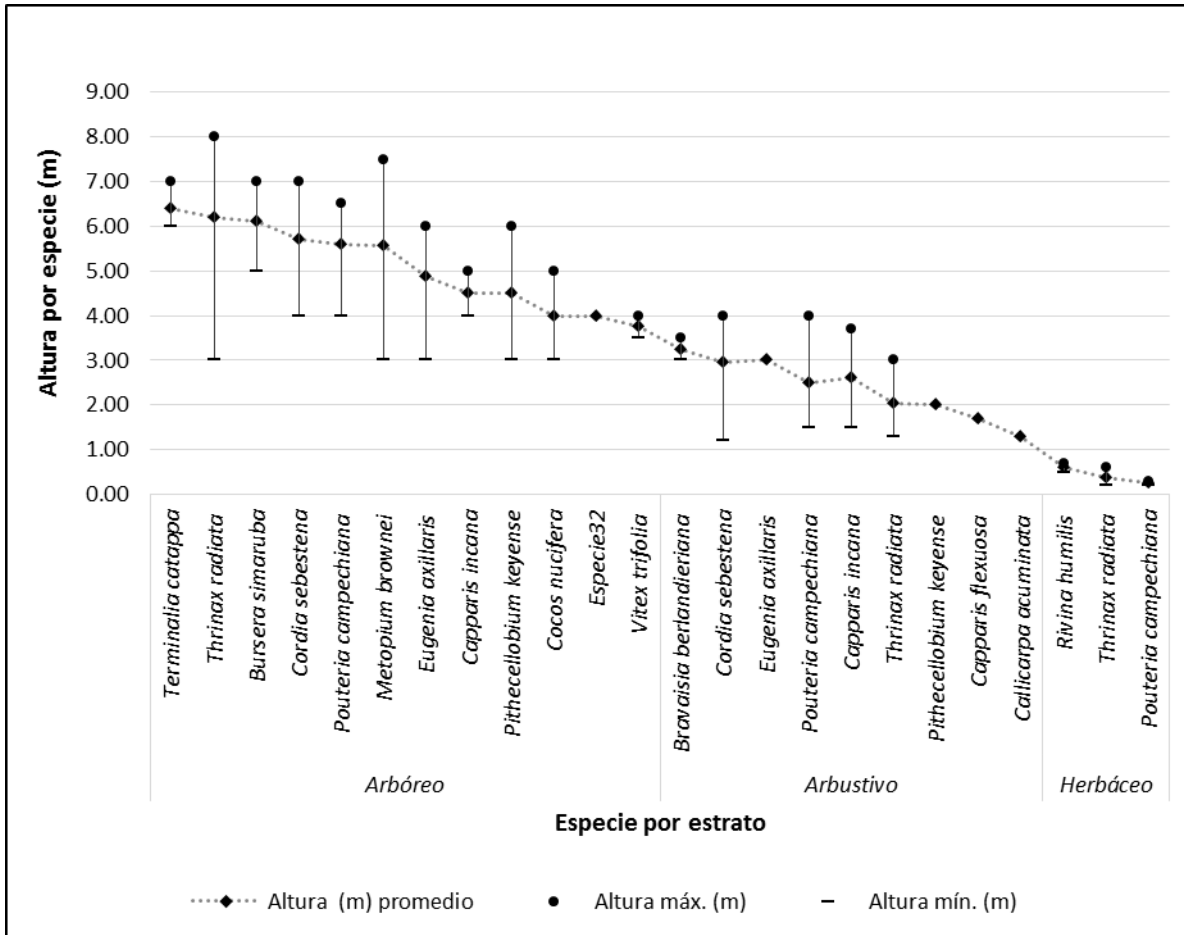
### Estructura vertical de la VSA/SMQ

En cuanto al arreglo vertical de la vegetación en general para este ecosistema, en la siguiente tabla se presentan las alturas promedio, máximas y mínimas que se registraron para cada especie, por estrato.

**Tabla IV. 76.** Alturas promedio, máximas y mínimas por especie en cada estrato (VSA/SMQ).

| Estrato   | Especie                         | Altura (m) promedio | Altura máx. (m) | Altura mín. (m) |
|-----------|---------------------------------|---------------------|-----------------|-----------------|
| Arbóreo   | <i>Terminalia catappa</i>       | 6.40                | 7               | 6               |
|           | <i>Thrinax radiata</i>          | 6.20                | 8               | 3               |
|           | <i>Bursera simaruba</i>         | 6.10                | 7               | 5               |
|           | <i>Cordia sebestena</i>         | 5.70                | 7               | 4               |
|           | <i>Pouteria campechiana</i>     | 5.59                | 6.5             | 4               |
|           | <i>Metopium brownei</i>         | 5.58                | 7.5             | 3               |
|           | <i>Eugenia axillaris</i>        | 4.89                | 6               | 3               |
|           | <i>Capparis incana</i>          | 4.50                | 5               | 4               |
|           | <i>Pithecellobium keyense</i>   | 4.50                | 6               | 3               |
|           | <i>Cocos nucifera</i>           | 4.00                | 5               | 3               |
|           | <i>Drypetes lateriflora</i>     | 4.00                |                 |                 |
|           | <i>Vitex trifolia</i>           | 3.75                | 4               | 3.5             |
| Arbustivo | <i>Bravaisia berlandieriana</i> | 3.25                | 3.5             | 3               |
|           | <i>Cordia sebestena</i>         | 2.97                | 4               | 1.2             |
|           | <i>Eugenia axillaris</i>        | 3.00                |                 |                 |
|           | <i>Pouteria campechiana</i>     | 2.50                | 4               | 1.5             |
|           | <i>Capparis incana</i>          | 2.60                | 3.7             | 1.5             |
|           | <i>Thrinax radiata</i>          | 2.03                | 3               | 1.3             |
|           | <i>Pithecellobium keyense</i>   | 2.00                |                 |                 |
|           | <i>Capparis flexuosa</i>        | 1.70                |                 |                 |
|           | <i>Callicarpa acuminata</i>     | 1.30                |                 |                 |
| Herbáceo  | <i>Rivina humilis</i>           | 0.60                | 0.70            | 0.50            |
|           | <i>Thrinax radiata</i>          | 0.36                | 0.60            | 0.20            |
|           | <i>Pouteria campechiana</i>     | 0.27                | 0.30            | 0.20            |

En la siguiente figura se puede apreciar el arreglo vertical de la vegetación en este ecosistema de Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia:



**Figura IV. 109.** Representación gráfica de la estructura vertical de la vegetación VSA/SMQ en el Predio “Riviera Cancún”.

### VEGETACIÓN DE MATORRAL COSTERO (VMC)

Este ecosistema se encuentra compuesto por dos clases, 13 familias, 15 géneros y 15 especies, de las cuales 7 se hicieron presentes en el estrato arbóreo, 10 en el arbustivo y 6 en el estrato herbáceo; cabe mencionar que algunas especies se presentaron en más de un estrato. En la siguiente tabla se presenta el listado de las especies que componen este ecosistema:

**Tabla IV. 77** Listado florístico de especies registradas en Vegetaci3n de Matorral Costero. Polígono del proyecto.

| Familia                    | Nombre cientifico  | Nombre com3n      | FC <sup>1</sup> | End <sup>2</sup> | EC <sup>3</sup> |      |       |
|----------------------------|--|-------------------|-----------------|------------------|-----------------|------|-------|
|                            |  |                   |                 |                  | NOM             | IUCN | CITES |
| <b>Clase Liliopsida</b>    |  |                   |                 |                  |                 |      |       |
| Arecaceae                  | <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830)            | Palma chit        | A, Ar, H        | -                | A               | -    | -     |
| Asparagaceae               | <i>Agave angustifolia</i> Haw. (1812)*                                 | Maguey            | H               | -                | -               | -    | -     |
| Arecaceae                  | <i>Cocos nucifera</i> L. (1753)  | Palma de coco     | A, Ar           | -                | -               | -    | -     |
| Amaryllidaceae             | <i>Hymenocallis littoralis</i> (Jacq.) Salisb. (1812)                  | Lirio araña       | H               | -                | -               | -    | -     |
| <b>Clase Magnoliopsida</b> |  |                   |                 |                  |                 |      |       |
| Boraginaceae               | <i>Cordia sebestena</i> L. (1753)                                      | Ciricote de playa | A, Ar           | -                | -               | LC   | -     |
| Capparaceae                | <i>Capparis incana</i> Kunth (1821)                                    | Matagallina       | A, Ar           | -                | -               | -    | -     |
| Fabaceae                   | <i>Pithecellobium keyense</i> Britton (1928)                           | Ya'ax k'aax*      | A, Ar           | -                | -               | -    | -     |
| Lamiaceae                  | <i>Vitex trifolia</i> L. (1753)  | Árbol casto       | A, Ar           | -                | -               | -    | -     |
| Polygonaceae               | <i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L. (1759)                                | Uvero de playa    | Ar              | -                | -               | -    | -     |
| Boraginaceae               | <i>Tournefortia gnaphalodes</i> (L.) R. Br. ex Roem. & Schult. (1819)* | Alhucema de costa | Ar              | -                | -               | -    | -     |
| Asteraceae                 | <i>Ambrosia hispida</i> Pursh (1813)*                                  | Margarita de mar  | H               | -                | -               | -    | -     |
| Sapotaceae                 | <i>Bumelia retusa</i> Balb. ex A. DC. (1844)                           | Pico real         | A, Ar           | -                | -               | -    | -     |
| Rubiaceae                  | <i>Ernodea littoralis</i> Sw. (1788)*                                  | Ciricote blanco   | H               | -                | -               | LC   | -     |
| Surianaceae                | <i>Suriana maritima</i> L. (1753)*                                     | Tabaquillo        | Ar              | -                | -               | -    | -     |
| Phytolaccaceae             | <i>Rivina humilis</i> L. (1753)  | Coralillo         | H               | -                | -               | -    | -     |

**1. FC (Forma de crecimiento):** A, Arb3reo; Ar, Arbustivo; H, Herb3ceo. **2. End (Endemismo).** **3. EC (Estado de conservaci3n):** **NOM** (NOM-059-SEMARNAT-2010): A, Amenazada; **IUCN** (Uni3n Internacional para la Conservaci3n de la Naturaleza): LC, Preocupaci3n Menor; **CITES** (Convenci3n Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora). \*Especies que no aparecieron en los sitios de muestreo, pero se evidenci3 su presencia en el tipo de vegetaci3n, por lo que fueron registradas.

Con los datos recabados mediante la evaluaci3n de los sitios de muestreo, se determinaron los indicadores de diversidad y estructura, los cuales se incluyen como anexos en el capitulo IX, para cada uno de los estratos.

### Estrato arb3reo

- Descripci3n general del estrato

Este estrato registr3 especies con rangos de altura de En la siguiente tabla se muestran los valores promedio de DAP, 3rea basal, altura y cobertura, de manera general y posteriormente por especie, para este estrato.

**Tabla IV. 78** Par3metros descriptivos de la estructura general del estrato arb3reo en VMC

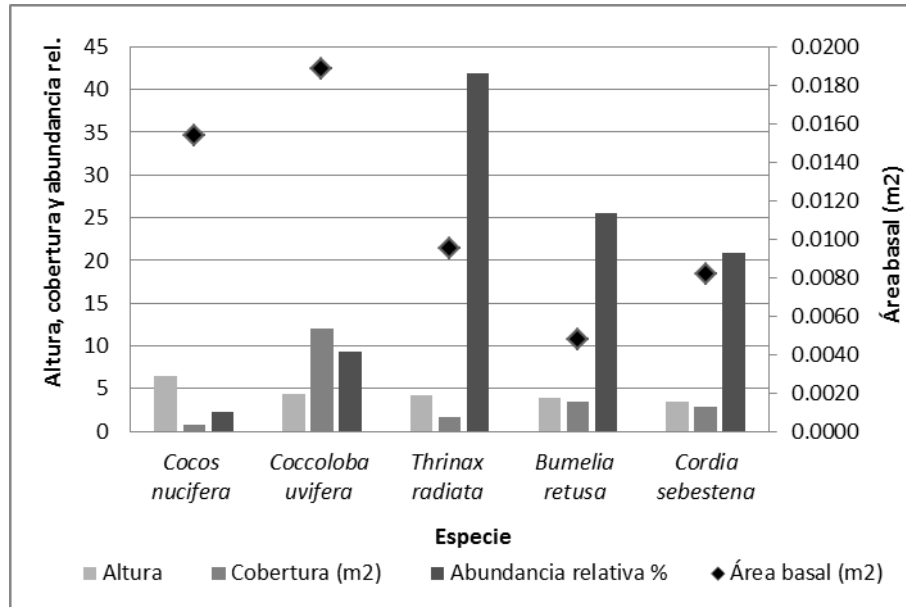
| Par3metro | DAP (cm) | 3rea basal (m <sup>2</sup> ) | Altura (m) | Cobertura (m <sup>2</sup> ) |
|-----------|----------|------------------------------|------------|-----------------------------|
| Promedio  | 9.88     | 0.0088                       | 3.90       | 4.0710                      |
| M3xima    | 29.00    | 0.0661                       | 6.50       | 19.6350                     |
| M3nima    | 4.50     | 0.0016                       | 2.00       | 0.2827                      |

**Tabla IV. 79** Par3metros descriptivos de la estructura por especie del estrato arb3reo en VMC

| Especie                  | Promedios |                              |            |                             | Abundancia relativa % |
|--------------------------|-----------|------------------------------|------------|-----------------------------|-----------------------|
|                          | DAP (cm)  | 3rea basal (m <sup>2</sup> ) | Altura (m) | Cobertura (m <sup>2</sup> ) |                       |
| <i>Cocos nucifera</i>    | 14        | 0.0154                       | 6.50       | 0.79                        | 2.33                  |
| <i>Coccoloba uvifera</i> | 14        | 0.0188                       | 4.33       | 11.97                       | 9.3                   |
| <i>Thrinax radiata</i>   | 10.9      | 0.0095                       | 4.19       | 1.69                        | 41.86                 |
| <i>Bumelia retusa</i>    | 7.7       | 0.0048                       | 3.87       | 3.46                        | 25.58                 |
| <i>Cordia sebestena</i>  | 9.7       | 0.0082                       | 3.44       | 2.90                        | 20.93                 |



En la siguiente figura se pueden visualizar los par3metros indicados en la tabla anterior.



**Figura IV. 110** Estructura general del estrato arb3reo (VMC)

- Indicadores de diversidad y abundancia relativa

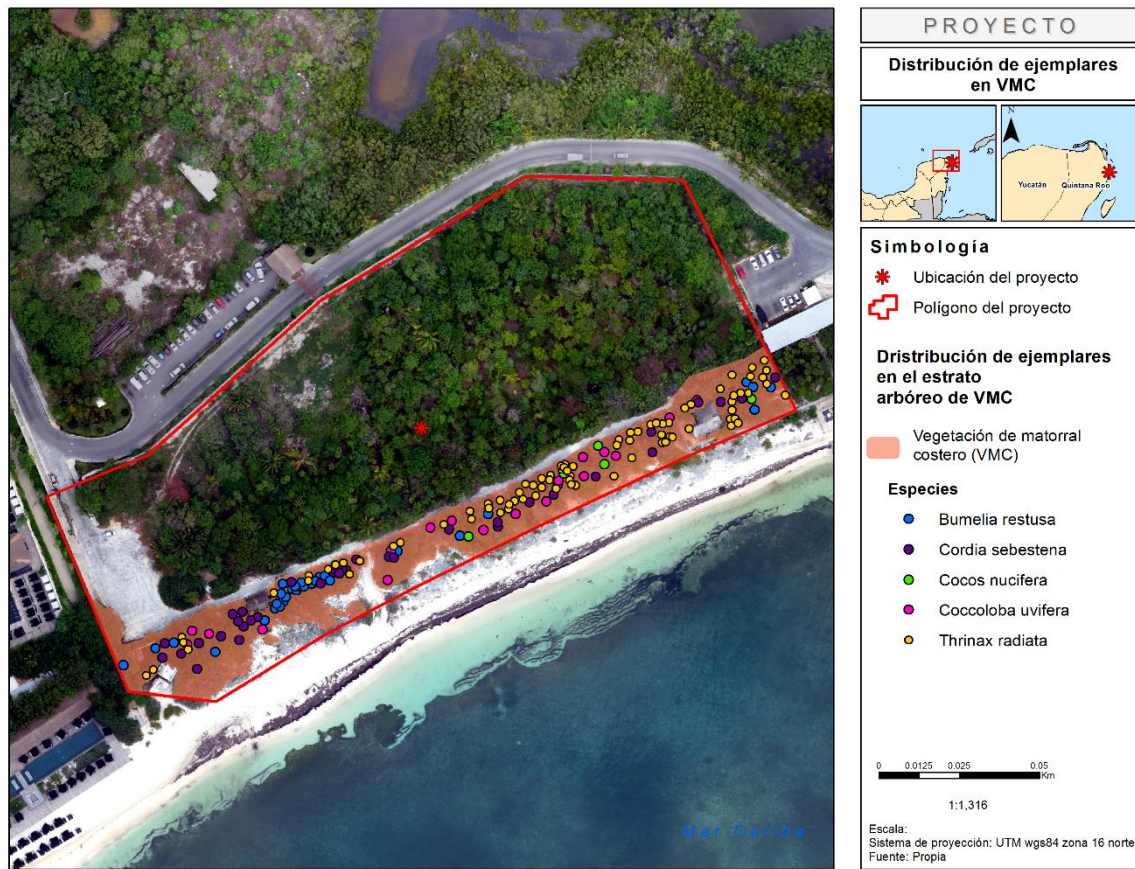
En la siguiente tabla se desglosa la estimaci3n de los indicadores de diversidad (Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Pielou), para el estrato arb3reo.

**Tabla IV. 80** Índices de Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Equidad de Pielou para el estrato arb3reo (VMC).

| Nombre com3n            | Nombre cient3fico   | ni        | pi            | pi <sup>2</sup> | -pi*Ln*pi     |
|-------------------------|---|-----------|---------------|-----------------|---------------|
| Pico real               | <i>Bumelia retusa</i> Balb. ex A. DC. (1844)                | 11        | 0.2558        | 0.0654          | 0.3488        |
| Uvero de playa          | <i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L. (1759)                     | 4         | 0.0930        | 0.0087          | 0.2209        |
| Palma de coco           | <i>Cocos nucifera</i> L. (1753)                             | 1         | 0.0233        | 0.0005          | 0.0875        |
| Ciricote de playa       | <i>Cordia sebestena</i> L. (1753)                           | 9         | 0.2093        | 0.0438          | 0.3273        |
| Palma chit              | <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | 18        | 0.4186        | 0.1752          | 0.3645        |
| <b>Sumatoria ( Σ )=</b> |   | <b>43</b> | <b>1.0000</b> | <b>0.2937</b>   | <b>1.3490</b> |

|        |  |        |
|--------|--|--------|
|        | Riqueza espec3fica (S)=                | 5      |
|        | 3ndice de Margalef (Dmg)=              | 1.0635 |
|        | 3ndice de Simpson (D)=                 | 0.2937 |
| D3nde: | Diversidad de Simpson (1-D)=           | 0.7063 |
|        | 3ndice de Shannon-Wiener (H')=         | 1.3490 |
|        | M3xima diversidad (H <sub>max</sub> )= | 1.6094 |
|        | Equidad de Pielou (J') =               | 0.8382 |
|        | H <sub>max</sub> - H' =                | 0.2604 |

El estrato arb3reo de la Vegetaci3n de Matorral Costero est3 representado por una riqueza de 5 especies, las cuales presentan una uniformidad en su distribuci3n de 0.8382 seg3n el 3ndice de Equidad de Pielou (J'), (ver siguiente figura); sin embargo, de acuerdo con el 3ndice de Simpson se indica la presencia de algunas especies dominantes en este estrato, que estar3an ocasionando que este 3ndice arroje un valor de 0.2937. En cuanto al 3ndice de Shannon-Wiener (H'), este presenta un valor de 1.3490, cercano al de la m3xima diversidad o cl3max que podr3a alcanzar el estrato.



**Figura IV. 111** Distribuci3n de ejemplares en el estrato arb3reo (VMC).

Como se puede apreciar en la figura anterior, y de acuerdo con los valores de la siguiente tabla, la especie que estar3a ocasionando el valor de 0.2937 para el 3ndice de dominancia de Simpson es *Thrinax radiata* con el 41.86% de abundancia en este estrato.

**Tabla IV. 81.** Abundancia relativa. Estrato arb3reo (VMC).

| Nombre cient3fico                            | Abundancia relativa % |
|--|-----------------------|
| <i>Bumelia retusa</i> Balb. ex A. DC. (1844) | 25.58                 |
| <i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L. (1759)      | 9.30                  |
| <i>Cocos nucifera</i> L. (1753)              | 2.33                  |

| Nombre cient3fico   | Abundancia<br>relativa % |
|---|--------------------------|
| <i>Cordia sebestena</i> L. (1753)                           | 20.93                    |
| <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | 41.86                    |
| <b>Total=</b>   | <b>100.00</b>            |

- 3ndice de valor de importancia

Por su parte el 3ndice de valor de importancia muestra cuales son las especies con mayor relevancia en este estrato, por su densidad, dominancia (3rea basal o cobertura ocupada) y frecuencia de aparici3n.

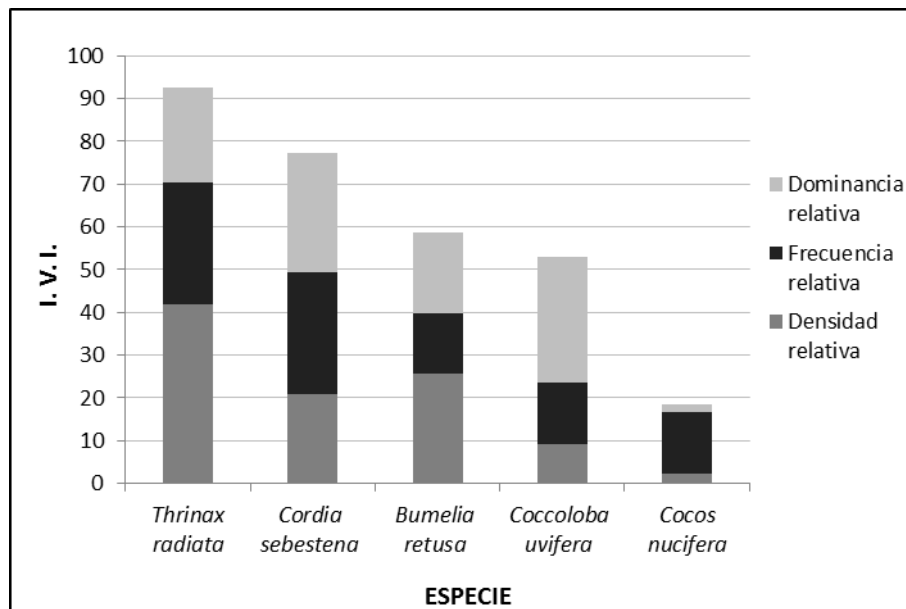
*3ndice de Valor de Importancia con Dominancia=3rea basal*

En la siguiente tabla se muestra el 3ndice de valor de importancia tomando en cuenta el 3rea basal para el par3metro de dominancia.

**Tabla IV. 82** 3ndice de Valor de Importancia para el estrato arb3reo (VMC), con Dominancia=3rea basal.

| Nombre cient3fico   | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Dominancia relativa (3rea basal m <sup>2</sup> ) | I.V.I.     |
|---|-------------------|---------------------|--|------------|
| <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | 41.8605           | 28.5714             | 22.2103  | 92.6422    |
| <i>Cordia sebestena</i> L. (1753)                           | 20.9302           | 28.5714             | 27.6506  | 77.1523    |
| <i>Bumelia retusa</i> Balb. ex A. DC. (1844)                | 25.5814           | 14.2857             | 18.7808  | 58.6479    |
| <i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L. (1759)                     | 9.3023            | 14.2857             | 29.3577  | 52.9458    |
| <i>Cocos nucifera</i> L. (1753)                             | 2.3256            | 14.2857             | 2.0006   | 18.6119    |
| Superficie muestreada=800 m <sup>2</sup>                    | <b>100</b>        | <b>100</b>          | <b>100</b>                                       | <b>300</b> |

Como se puede observar, la especie *Thrinax radiata* es la que presenta el valor de importancia m3s alto, seguido de *Cordia sebestena*, mientras que *Cocos nucifera*, es el m3s bajo.



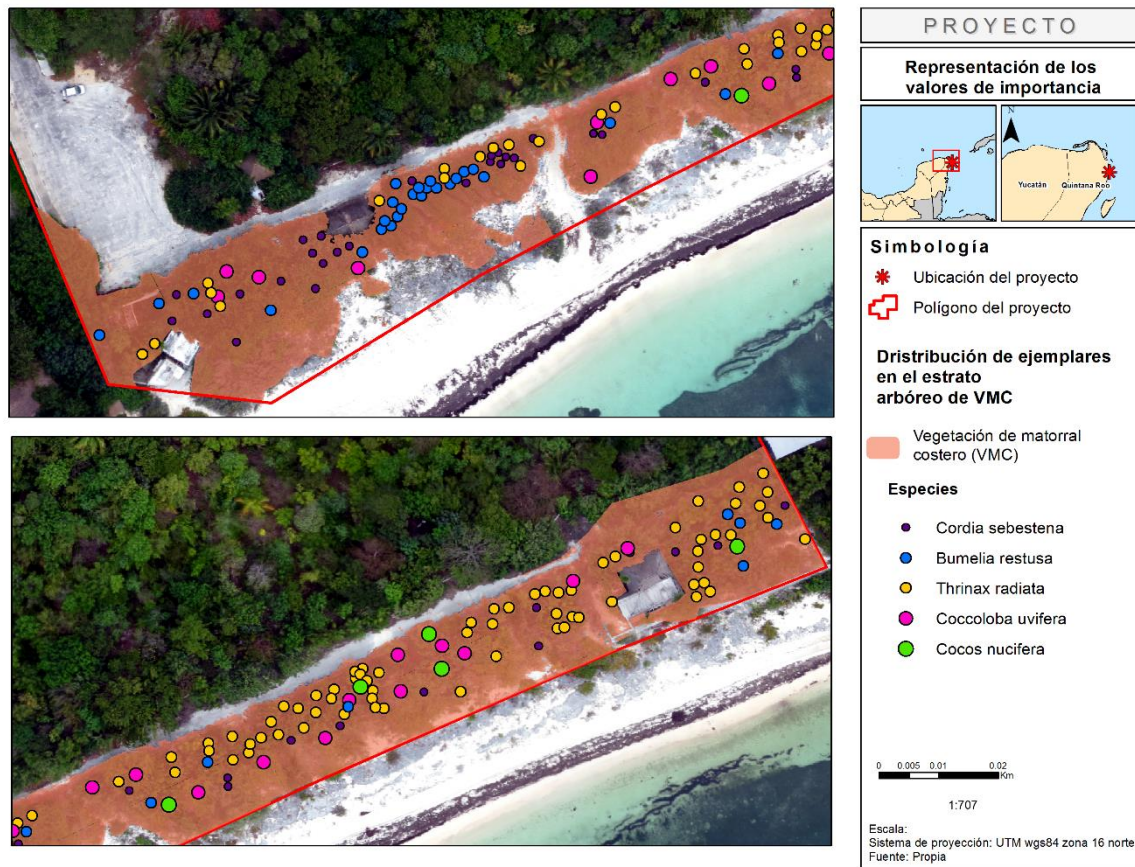
**Figura IV. 112** Representaci3n gr3fica del I.V.I. con Dominancia=3rea basal. Estrato arb3reo (VMC).

En la figura anterior se pueden visualizar los valores de importancia (dominancia, frecuencia y densidad) por especie en la VMC del predio. Para representar el valor de dominancia se obtuvo el DAP y 3rea basal promedio por especie que se presenta en la siguiente tabla.

**Tabla IV. 83.** DAP y 3rea basal promedio por especie

| Nombre com3n      | Nombre cientifico   | DAP (cm) promedio | 3rea basal promedio (m <sup>2</sup> ) |
|-------------------|---|-------------------|---------------------------------------|
| Uvero de playa    | <i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L. (1759)                     | 14.0              | 0.0188                                |
| Palma de coco     | <i>Cocos nucifera</i> L. (1753)                             | 14.0              | 0.0154                                |
| Palma chit        | <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | 10.9              | 0.0095                                |
| Ciricote de playa | <i>Cordia sebestena</i> L. (1753)                           | 9.7               | 0.0082                                |
| Pico real         | <i>Bumelia retusa</i> Balb. ex A. DC. (1844)                | 7.7               | 0.0048                                |





**Figura IV. 113.** Representaci3n de los valores de importancia por especie en el estrato arb3reo de VMC.

En la figura anterior, se puede apreciar por la circunferencia de la ubicaci3n espacial de las especies que *Coccoloba uvifera* y *Cocos nucifera* presentan los valores m3s altos de DAP (14 cm) y por lo tanto 3rea basal (0.0188 y 0.0154 m<sup>2</sup> respectivamente), seguidos de *Thrinax radiata* y *Cordia sebestena*, el valor m3s bajo lo presenta *Bumelia retusa*, con un 3rea basal promedio de 0.0048 m<sup>2</sup> y un DAP de 7.7 cm.

N3tese en la figura anterior que *Coccoloba uvifera* presenta una menor densidad y frecuencia de aparici3n que las dem3s, sin embargo su dominancia por 3rea basal es mayor. En cuanto al valor de densidad se puede apreciar en la figura anterior que *Thrinax radiata* es la mejor representada, seguida de *Bumelia retusa* y *Cordia sebestena*.

En cuanto a frecuencia de aparici3n *Thrinax radiata* y *Cordia sebestena* son las mejores representadas.

*3ndice de Valor de Importancia con dominancia=cobertura*

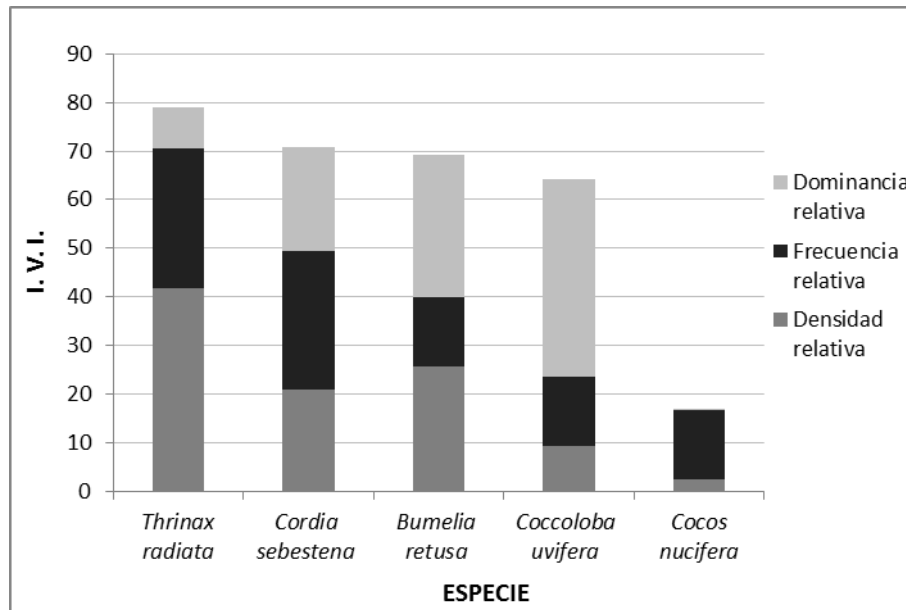
En la siguiente tabla se muestra el 3ndice de valor de importancia por especie, obtenido tomando en cuenta el valor de cobertura para el par3metro dominancia.

**Tabla IV. 84.** 3ndice de Valor de Importancia para el estrato arb3reo (VMC), con Dominancia=cobertura.

| Nombre com3n                       | Nombre cient3fico   | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Dominancia relativa (Cobertura m <sup>2</sup> ) | I.V.I.     |
|------------------------------------|---|-------------------|---------------------|---|------------|
| Pico real                          | <i>Bumelia retusa</i> Balb. ex A. DC. (1844)                | 25.5814           | 14.2857             | 29.3484   | 69.2155    |
| Uvero de playa                     | <i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L. (1759)                     | 9.3023            | 14.2857             | 40.5470   | 64.1350    |
| Palma de coco                      | <i>Cocos nucifera</i> L. (1753)                             | 2.3256            | 14.2857             | 0.2218  | 16.8330    |
| Ciricote de playa                  | <i>Cordia sebestena</i> L. (1753)                           | 20.9302           | 28.5714             | 21.2971   | 70.7988    |
| Palma chit                         | <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | 41.8605           | 28.5714             | 8.5857  | 79.0176    |
| 3rea muestreada=800 m <sup>2</sup> |   | <b>100</b>        | <b>100</b>          | <b>100</b>                                      | <b>300</b> |

En la siguiente figura se aprecian los valores de importancia obtenidos por especie. Como se puede observar al sustituir el 3rea basal por la cobertura en el valor de dominancia, las especies conservaron su orden de importancia; sin embargo, el valor de su 3ndice es distinto.





**Figura IV. 114.** Representaci3n gr3fica del I.V.I. con Dominancia=cobertura. Estrato arb3reo (VMC).

Como se puede observar, en cuanto a cobertura de copa el mayor valor de dominancia lo presenta *Coccoloba uvifera* (40.54%), esta especie es la que estar3a cubriendo la mayor superficie en la zona de matorral costero en este estrato, seguido de *Bumelia retusa* (29.35%) y *Cordia sebestena* (21.23%); mientras que los valores m3s bajos los presentan las palmas *Thrinax radiata* (8.6%) y *Cocos nucifera* (0.22%).

En ambos casos, el espacio horizontal ocupado por las especies dominantes en cuesti3n de 3rea basal o cobertura de copa (*Coccoloba uvifera* y *Cordia sebestena*) se ve influido por su forma de crecimiento, ya que estas especies presentaron numerosas ramificaciones abajo de los 1.3 m de su base, por lo que se efectu3 la medici3n de DAP y cobertura por cada rama, considerando en este estrato DAP igual o mayor a 5 cm.

#### Estrato arbustivo

- Descripci3n general del estrato

En las siguientes tablas se muestran los valores promedio de altura y cobertura, de manera general y posteriormente por especie en este estrato:

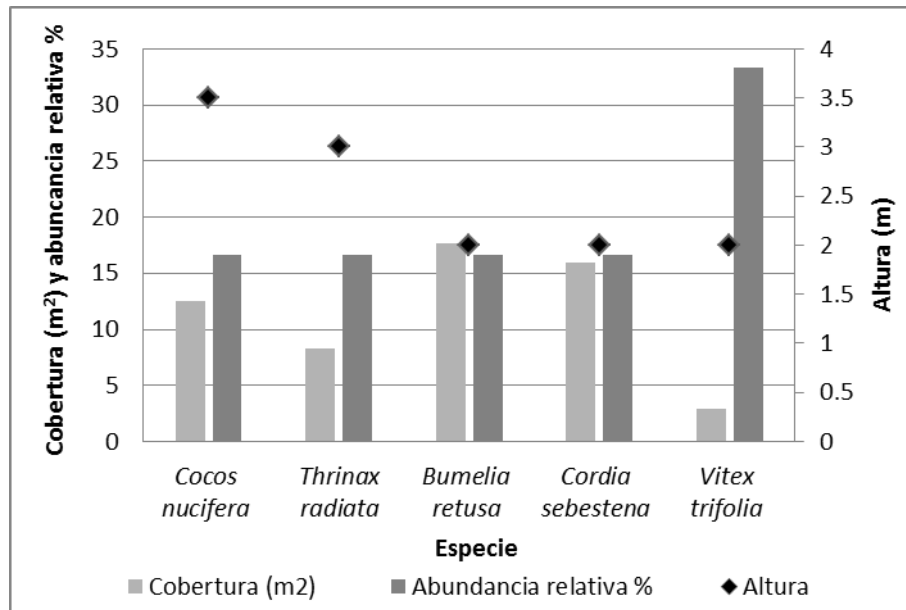
**Tabla IV. 85.** Par3metros descriptivos de la estructura general del estrato arbustivo en VMC

| Par3metro | Altura (m) | Cobertura (m <sup>2</sup> ) |
|-----------|------------|-----------------------------|
| Promedio  | 2.42       | 10.0384                     |
| M3xima    | 3.50       | 17.7205                     |
| M3nima    | 2.00       | 1.7671                      |

**Tabla IV. 86.** Par3metros descriptivos de la estructura por especie del estrato arbustivo en VMC

| Especie                 | Promedios  |                             | Abundancia relativa % |
|-------------------------|------------|-----------------------------|-----------------------|
|                         | Altura (m) | Cobertura (m <sup>2</sup> ) |                       |
| <i>Cocos nucifera</i>   | 3.5        | 12.5664                     | 16.67                 |
| <i>Thrinax radiata</i>  | 3          | 8.2958                      | 16.67                 |
| <i>Bumelia retusa</i>   | 2          | 17.7205                     | 16.67                 |
| <i>Cordia sebestena</i> | 2          | 15.9043                     | 16.67                 |
| <i>Vitex trifolia</i>   | 2          | 2.8716                      | 33.33                 |

En la siguiente figura **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se puede visualizar que la especie con una notable abundancia es *Vitex trifolia*, el resto se encuentra en proporciones similares; sin embargo, su cobertura es muy baja y no sobrepasa los 2 m de altura; mientras que las especies m3s sobresalientes en cuesti3n de altura en este estrato son *Cocos nucifera* y *Thridax radiata*, pero su cobertura es tambi3n baja; por lo que *Bumelia retusa* y *Cordia sebestena* son las que cubren mayor espacio en este estrato.



**Figura IV. 115. Estructura general del estrato arbustivo (VMC)**

- Indicadores de diversidad y abundancia relativa

En la siguiente tabla se desglosa la estimaci3n de los indicadores de diversidad (Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Pielou), para el estrato arbustivo.

**Tabla IV. 87.** Índices de Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Equidad de Pielou para el estrato arbustivo (VMC).

| Nombre com3n          | Nombre cient3fico   | ni       | pi            | pi <sup>2</sup> | -pi*Ln*pi     |
|-----------------------|---|----------|---------------|-----------------|---------------|
| Pico real             | <i>Bumelia retusa</i> Balb. ex A. DC. (1844)                | 1        | 0.1667        | 0.0278          | 0.2986        |
| Palma de coco         | <i>Cocos nucifera</i> L. (1753)                             | 1        | 0.1667        | 0.0278          | 0.2986        |
| Ciricote de playa     | <i>Cordia sebestena</i> L. (1753)                           | 1        | 0.1667        | 0.0278          | 0.2986        |
| Palma chit            | <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | 1        | 0.1667        | 0.0278          | 0.2986        |
| Árbol casto           | <i>Vitex trifolia</i> L. (1753)                             | 2        | 0.3333        | 0.1111          | 0.3662        |
| <b>Sumatoria (Σ)=</b> |   | <b>6</b> | <b>1.0000</b> | <b>0.2222</b>   | <b>1.5607</b> |

|        |  |        |
|--------|--|--------|
|        | Riqueza espec3fica (S)=                | 5      |
|        | 3ndice de Margalef (Dmg)=              | 2.2324 |
|        | 3ndice de Simpson (D)=                 | 0.2222 |
| D3nde: | Diversidad de Simpson (1-D)=           | 0.7778 |
|        | 3ndice de Shannon-Wiener (H')=         | 1.5607 |
|        | M3xima diversidad (H <sub>max</sub> )= | 1.6094 |
|        | Equidad de Pielou (J') =               | 0.9697 |
|        | H <sub>max</sub> - H' =                | 0.0487 |

El estrato arbustivo est3 representado por una riqueza de 5 especies, las cuales presentan una uniformidad en su distribuci3n de 0.9697 seg3n el 3ndice de Equidad de Pielou (J'), este dato as3 como el 3ndice de Shannon-Wiener indican que se encuentran bien repartidas en cuanto a abundancia por especie, y que la presencia de especies dominantes es baja.

En la siguiente tabla se puede observar que s3lo existe una especie con mayor presencia en el estrato (*Vitex trifolia*), el resto est3n repartidas de manera equitativa.

**Tabla IV. 88.** Abundancia relativa. Estrato arbustivo (VMC).

| Nombre cient3fico   | Abundancia relativa % |
|---|-----------------------|
| <i>Bumelia retusa</i> Balb. ex A. DC. (1844)                | 16.67                 |
| <i>Cocos nucifera</i> L. (1753)                             | 16.67                 |
| <i>Cordia sebestena</i> L. (1753)                           | 16.67                 |
| <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | 16.67                 |
| <i>Vitex trifolia</i> L. (1753)                             | 33.33                 |
| <b>Total=</b>   | <b>100.00</b>         |

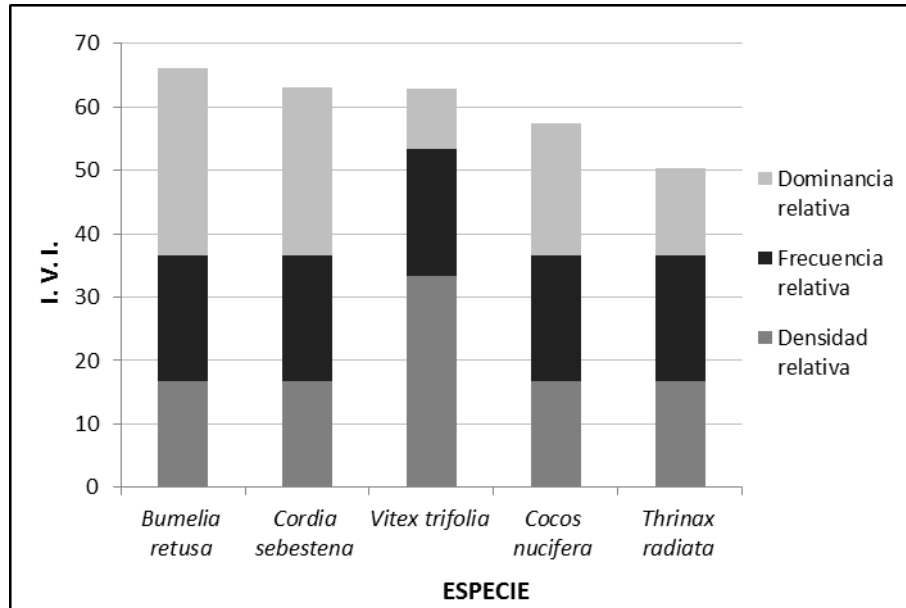
La especie dominante se identific3 que principalmente en el per3metro de VMC colindante con el camino existente hacia el interior del predio.

- 3ndice de valor de importancia

Por su parte el 3ndice de valor de importancia muestra cuales son las especies con mayor relevancia en este estrato, por su densidad, cobertura y frecuencia de aparici3n como se indica en la siguiente tabla.

**Tabla IV. 89.** 3ndice de Valor de Importancia para el estrato arbustivo (VMC).

| Nombre cient3fico   | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Dominancia relativa | I.V.I.     |
|---|-------------------|---------------------|---------------------|------------|
| <i>Bumelia retusa</i> Balb. ex A. DC. (1844)                | 16.6667           | 20.0000             | 29.4214             | 66.0880    |
| <i>Cordia sebestena</i> L. (1753)                           | 16.6667           | 20.0000             | 26.4059             | 63.0725    |
| <i>Vitex trifolia</i> L. (1753)                             | 33.3333           | 20.0000             | 9.5355              | 62.8688    |
| <i>Cocos nucifera</i> L. (1753)                             | 16.6667           | 20.0000             | 20.8639             | 57.5306    |
| <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | 16.6667           | 20.0000             | 13.7734             | 50.4401    |
| Sup. Muestreada=200 m <sup>2</sup>                          | <b>100</b>        | <b>100</b>          | <b>100</b>          | <b>300</b> |



**Figura IV. 116.** Representaci3n gr3fica del I.V.I. Estrato arbustivo (VMC).

Como se puede observar, todas las especies presentan un valor de importancia similar, siendo *Bumelia retusa* y *Cordia sebestena*, las mejor representadas, esto se da por su amplia cobertura. Cabe destacar que 4 de las especies registradas en este estrato tambi3n tuvieron aparici3n en el estrato arb3reo, como se describi3 con anterioridad, *Vitex trifolia* fue la 3nica que no se registr3 en el estrato arb3reo.

## Estrato herb3ceo

- Descripci3n general del estrato

En las siguientes tablas se pueden apreciar los valores promedio de altura y cobertura de manera general y posteriormente por especie en el estrato herb3ceo.

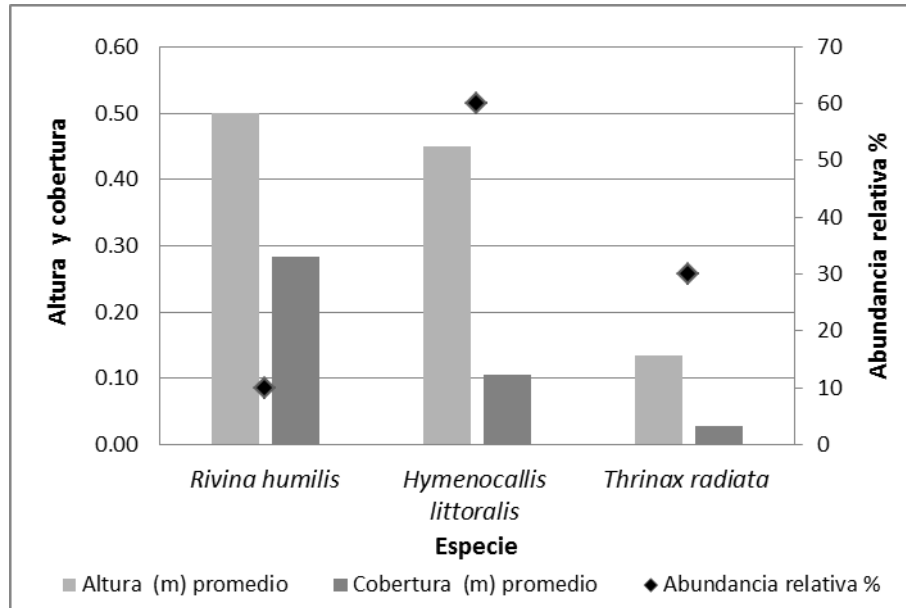
**Tabla IV. 90.** Par3metros descriptivos de la estructura general del estrato herb3ceo en VMC

| Par3metro | Altura (m) | Cobertura (m <sup>2</sup> ) |
|-----------|------------|-----------------------------|
| Promedio  | 0.36       | 0.0994                      |
| M3xima    | 0.6        | 0.2827                      |
| M3nima    | 0.1        | 0.0044                      |

**Tabla IV. 91.** Par3metros descriptivos de la estructura por especie del estrato herb3ceo en VMC

| Nombre cient3fico              | Promedios  |                             | Abundancia relativa % |
|--------------------------------|------------|-----------------------------|-----------------------|
|                                | Altura (m) | Cobertura (m <sup>2</sup> ) |                       |
| <i>Rivina humilis</i>          | 0.50       | 0.2827                      | 10                    |
| <i>Hymenocallis littoralis</i> | 0.45       | 0.1050                      | 60                    |
| <i>Thrinax radiata</i>         | 0.13       | 0.0272                      | 30                    |

El estrato herb3ceo de la VMC presenta una altura m3xima de 50 cm y una cobertura m3xima de 0.2827 m con la especie *Rivina humilis*, de conformidad con los valores promedio obtenidos para este estrato; sin embargo; la abundancia relativa de esta especie es baja, en comparaci3n a *Hymenocallis littoralis* que registr3 m3s individuos, mientras que *Thrinax radiata* apenas alcanza en sus renuevos una altura promedio de 13 cm. Estos datos se pueden observar mejor en la siguiente figura:



**Figura IV. 117. Estructura general del estrato herb3ceo (VMC)**

- Indicadores de diversidad y abundancia relativa

En la siguiente tabla se desglosa la estimaci3n de los indicadores de diversidad (Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Pielou), para el estrato herb3ceo.

**Tabla IV. 92.** 3ndices de Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Equidad de Pielou para el estrato herb3ceo (VMC).

| Nombre com3n          | Nombre cient3fico   | ni        | pi            | pi <sup>2</sup> | -pi*Ln*pi     |
|-----------------------|---|-----------|---------------|-----------------|---------------|
| Lirio araña           | <i>Hymenocallis littoralis</i> (Jacq.) Salisb. (1812)       | 6         | 0.6000        | 0.3600          | 0.3065        |
| Coralillo             | <i>Rivina humilis</i> L. (1753)                             | 1         | 0.1000        | 0.0100          | 0.2303        |
| Palma chit            | <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | 3         | 0.3000        | 0.0900          | 0.3612        |
| <b>Sumatoria (Σ)=</b> |   | <b>10</b> | <b>1.0000</b> | <b>0.4600</b>   | <b>0.8979</b> |



|        |  |        |
|--------|--|--------|
|        | Riqueza espec3fica (S)=                | 3      |
|        | 3ndice de Margalef (Dmg)=              | 0.8686 |
|        | 3ndice de Simpson (D)=                 | 0.4600 |
| D3nde: | Diversidad de Simpson (1-D)=           | 0.5400 |
|        | 3ndice de Shannon-Wiener (H')=         | 0.8979 |
|        | M3xima diversidad (H <sub>max</sub> )= | 1.0986 |
|        | Equidad de Pielou (J') =               | 0.8173 |
|        | H <sub>max</sub> - H' =                | 0.2007 |

El estrato herb3ceo est3 representado por una riqueza de 3 especies. Los indicadores de diversidad muestran que la diversidad es baja, puesto que hay dominancia de especies indicada por el 3ndice de Simpson de 0.4600.

En la siguiente tabla se puede observar que *Hymenocallis littoralis* es la mejor representada en el estrato con el 60% de abundancia relativa

**Tabla IV. 93.** Abundancia relativa. Estrato herb3ceo (VMC).

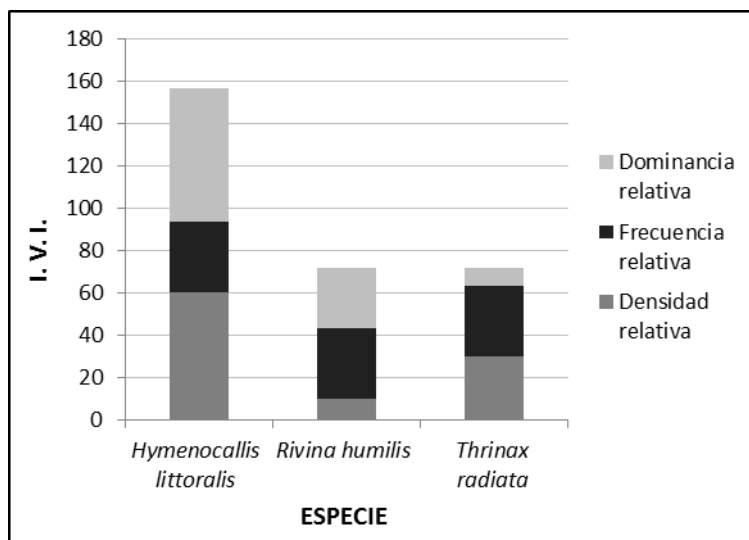
| Nombre cient3fico   | Abundancia relativa % |
|---|-----------------------|
| <i>Hymenocallis littoralis</i> (Jacq.) Salisb. (1812)       | 60.00                 |
| <i>Rivina humilis</i> L. (1753)                             | 10.00                 |
| <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | 30.00                 |
| <b>Total=</b>   | <b>100.00</b>         |

- 3ndice de valor de importancia

En cuanto al 3ndice de valor de importancia, de igual manera sugiere que por densidad, cobertura y distribuci3n *Hymenocallis littoralis* es la mejor representada (ver siguiente tabla y figura).

**Tabla IV. 94.** Índice de Valor de Importancia para el estrato herb3ceo (VMC).

| Nombre cient3fico   | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Dominancia relativa | I.V.I.     |
|---|-------------------|---------------------|---------------------|------------|
| <i>Hymenocallis littoralis</i> (Jacq.) Salisb. (1812)       | 60.0000           | 33.3333             | 63.3587             | 156.6921   |
| <i>Rivina humilis</i> L. (1753)                             | 10.0000           | 33.3333             | 28.4439             | 71.7772    |
| <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | 30.0000           | 33.3333             | 8.1974              | 71.5307    |
| Sup. Muestreada=12 m <sup>2</sup>                           | <b>100</b>        | <b>100</b>          | <b>100</b>          | <b>300</b> |



**Figura IV. 118.** Representaci3n gr3fica del I.V.I. Estrato herb3ceo (VMC).

En la figura anterior, claramente se puede observar que de las tres especies, asociadas al estrato herb3ceo, *Rivina humilis* presenta la menor densidad relativa y *Thrinax radiata* la menor dominancia relativa.

De manera adicional, en un estrato herb3ceo que no interactúa con los dem3s estratos, se identificaron las siguientes especies creciendo en las proximidades a la zona de playa o donde el sustrato es m3s rocoso, las cuales presentaron un h3bito de vida postrado o rastrero, que de acuerdo con Espejel (1984) se trata de especies pioneras y se caracterizan

por su tolerancia a medios de extrema salinidad, vientos fuertes y a la acci3n de las mareas.

**Tabla IV. 95.** Especies herb3ceas pioneras de Vegetaci3n de Matorral Costero.

| FAMILIA      | NOMBRE CIENTIFICO   | NOMBRE COM3N      | EC* |      |       |
|--------------|---|-------------------|-----|------|-------|
|              |   |                   | NOM | IUCN | CITES |
| Boraginaceae | <i>Tournefortia gnaphalodes</i> (L.) R. Br. ex Roem. & Schult. (1819) | Alhucema de costa | -   | -    | -     |
| Asteraceae   | <i>Ambrosia hispida</i> Pursh (1813)                                  | Margarita de mar  | -   | -    | -     |
| Rubiaceae    | <i>Ernodea littoralis</i> Sw. (1788)                                  | Ciricote blanco   | -   | LC   | -     |
| Surianaceae  | <i>Suriana maritima</i> L. (1753)                                     | Tabaquillo        | -   | -    | -     |

\*EC (Estado de conservaci3n): **NOM** (NOM-059-SEMARNAT-2010): A, Amenazada; **IUCN** (Uni3n Internacional para la Conservaci3n de la Naturaleza): LC, Preocupaci3n Menor; **CITES** (Convenci3n Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora)

En las siguientes figuras se puede observar el crecimiento de las especies herb3ceas pioneras mencionadas anteriormente.



**Figura IV. 119.** Especie de *Tournefortia gnaphalodes* creciendo en superficies rocosas.



Figura IV. 120. Especie de *Ambrosia hispida*, con h3bito rastrero creciendo hacia la zona de playa.



Figura IV. 121. Especies de *Ambrosia hispida* y *Ernodea littoralis*, en 3reas rocosas.

De manera general las caracter3sticas que presenta la vegetaci3n de Matorral Costero concuerda con lo sugerido por Espejel (1984), al establecer que estar3a clasificada en dos tipos en funci3n de los rangos de tolerancia a los factores f3sicos y bi3ticos a los que se

encuentran expuestos los individuos, considerando su cercan3a al mar. El primer tipo es considerado pionero, ubic3ndose cerca de la l3nea de costa, donde la arena tiene mayor movilidad y se caracteriza por la presencia de especies herb3ceas y arbustivas de peque1a talla, m3s tolerantes a las condiciones ambientales extremas, y que en el predio Riviera Canc3n est3 representado por las especies herb3ceas de crecimiento postrado: *Tournefortia gnaphalodes*, *Ambrosia hispida*, *Ernodea littoralis* y *Suriana maritima*. Conforme se aleja la vegetaci3n de la l3nea de costa y de manera contigua a estas herb3ceas pioneras se encuentra la vegetaci3n considerada como matorral, donde la arena est3 fija al sustrato y la vegetaci3n alcanza una mayor altura, y se pueden encontrar tanto arbustos como 3rboles, representado en el estrato arbustivo del predio Riviera Canc3n por *Cocos nucifera*, *Thrinax radiata*, *Bumelia retusa*, *Cordia sebestena* y *Vitex trifolia*; y en el arb3reo por *Cocos nucifera*, *Coccoloba uvifera*, *Thrinax radiata*, *Bumelia retusa* y *Cordia sebestena*, compartiendo las siguientes especies con la vegetaci3n a la que da paso hacia el interior del predio (VSA/SMQ): *Cocos nucifera*, *Thrinax radiata*, *Bumelia retusa* y *Cordia sebestena*.

#### **Estructura vertical de la vegetaci3n de matorral costero**

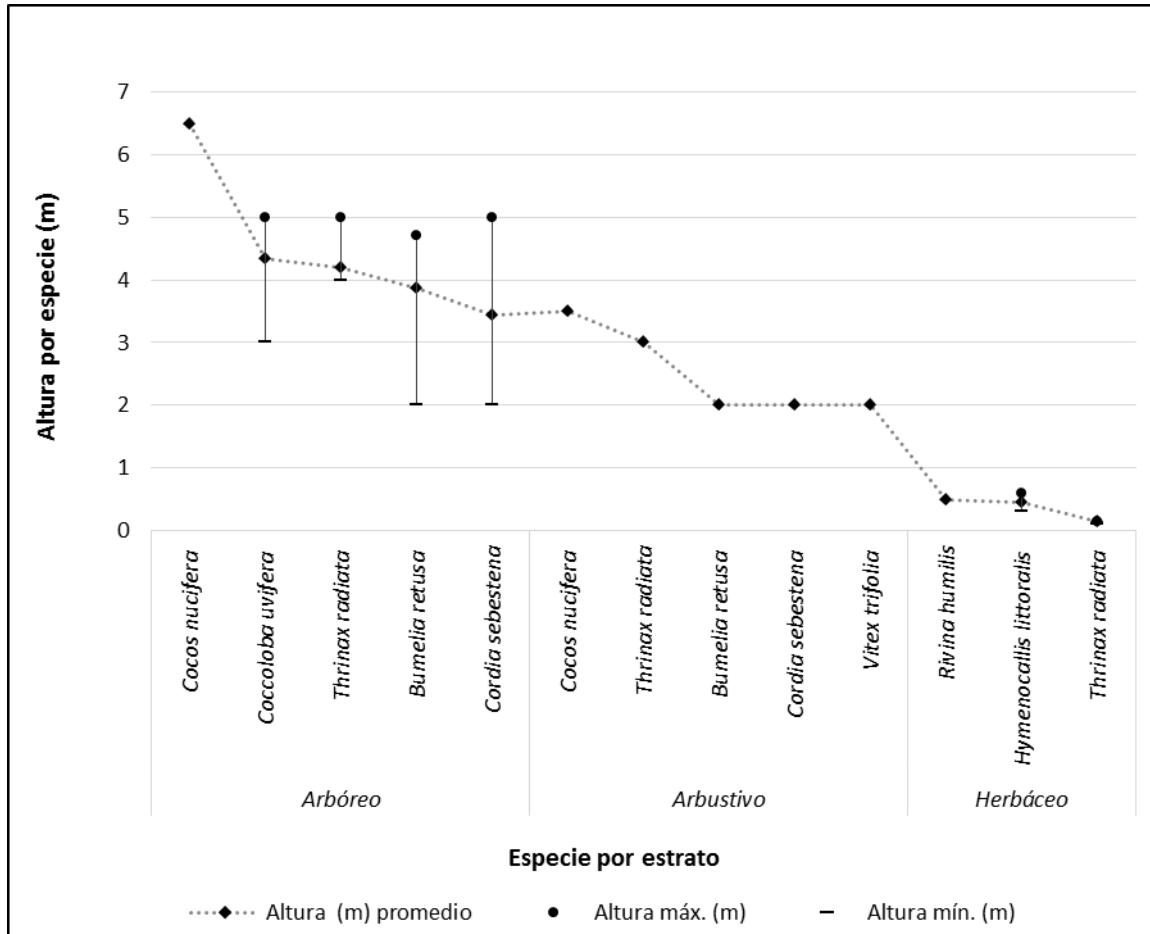
En cuanto al arreglo vertical de la vegetaci3n en Matorral Costero, se presenta en la siguiente tabla, las alturas promedio, m3ximas y m3nimas que se registraron para cada especie, por estrato.

**Tabla IV. 96.** Alturas promedio, m3ximas y m3nimas por especie en cada estrato (VMC).

| Estrato   | Especie                        | Altura (m) promedio | Altura m3x. (m) | Altura m3n. (m) |
|-----------|--------------------------------|---------------------|-----------------|-----------------|
| Arb3reo   | <i>Cocos nucifera</i>          | 6.50                | -               | -               |
|           | <i>Coccoloba uvifera</i>       | 4.33                | 5.00            | 3.00            |
|           | <i>Thrinax radiata</i>         | 4.19                | 5.00            | 4.00            |
|           | <i>Bumelia retusa</i>          | 3.87                | 4.70            | 2.00            |
|           | <i>Cordia sebestena</i>        | 3.44                | 5.00            | 2.00            |
| Arbustivo | <i>Cocos nucifera</i>          | 3.5                 | -               | -               |
|           | <i>Thrinax radiata</i>         | 3                   | -               | -               |
|           | <i>Bumelia retusa</i>          | 2                   | -               | -               |
|           | <i>Cordia sebestena</i>        | 2                   | -               | -               |
|           | <i>Vitex trifolia</i>          | 2                   | -               | -               |
| Herb3ceo  | <i>Rivina humilis</i>          | 0.50                | -               | -               |
|           | <i>Hymenocallis littoralis</i> | 0.45                | 0.60            | 0.30            |
|           | <i>Thrinax radiata</i>         | 0.13                | 0.15            | 0.10            |

En la siguiente figura se puede apreciar el arreglo vertical de la vegetaci3n en Matorral Costero para el Predio del proyecto.





**Figura IV. 122.** Representaci3n gr3fica de la estructura vertical de la vegetaci3n VMC en el predio del proyecto.

**g) Especies de flora incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 presentes en el SAR-AE**

Del listado potencial de especies de flora se registran nueve incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, todas bajo la categor3a de Amenazada, mismas que se especifican en la siguiente tabla.

**Tabla IV. 97.** Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

| Clase         | Familia        | Nombre cientifico   | Nombre com3n      | FC <sup>1</sup> | Tipo de Vegetaci3n <sup>2</sup> | Estado de conservaci3n <sup>3</sup> |
|---------------|----------------|---|-------------------|-----------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| Liliopsida    | Arecaceae      | <i>Coccothrinax readii</i> H.J. Quero (1980)                | Palma nak3s       | A, Ar, H        | VMC, SMQ                        | A                                   |
|               |                | <i>Pseudophoenix sargenti</i> H. Wendl. ex Sarg. (1886)     | Palma kuk3        | A               | SMQ, SBQ                        | A                                   |
|               |                | <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | Palma chit        | A, Ar, H        | SMQ, SBQ, VMC                   | A                                   |
|               | Asparagaceae   | <i>Beaucarnea plabilis</i> (Baker) Rose (1906)              | Ts'iipil*         | H               | SMQ, SBC, SBQ                   | A                                   |
| Magnoliopsida | Acanthaceae    | <i>Avicennia germinans</i> (L.) L. (1754)                   | Mangle negro      | A, Ar           | VM                              | A                                   |
|               | Combretaceae   | <i>Conocarpus erectus</i> L. (1753)                         | Mangle botoncillo | Ar              | VM                              | A                                   |
|               |                | <i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F. Gaertn. (1807)       | Mangle blanco     | A, Ar           | VM, VMC                         | A                                   |
|               | Rhizophoraceae | <i>Rhizophora mangle</i> L. (1753)                          | Mangle rojo       | A               | VM, P                           | A                                   |
|               | Zygophyllaceae | <i>Guaiacum sanctum</i> L. (1753)                           | Guayac3n          | Ar              | VMC, SBC                        | A                                   |

1. FC (Forma de crecimiento): A, Arb3reo; Ar, Arbustivo; H, Herb3ceo. 2. Tipo de Vegetaci3n: VMC, Vegetaci3n de matorral costero; SMQ, Selva Mediana Subperennifolia; SBQ, Selva Baja Subperennifolia; SBC, Selva Baja Caducifolia; VM, Vegetaci3n de Manglar; P, Pet3n. 3. Estado de conservaci3n: A, Amenazada.

## Endemismos

De acuerdo con Carnevali et al. (2010), Arellano et al. (2003) y CONABIO (2015); de las especies enlistadas para el SAR y AE, s3lo se registran 17 con distribuci3n end3mica para M3xico o especialmente para la Provincia Bi3tica de la Pen3nsula de Yucat3n (PBPY), las cuales se enlistan en la siguiente tabla.



Documento Técnico Unificado (DTU) Modalidad B-Regional del proyecto  
**“Hotel Riviera Cancún”**

**Tabla IV. 98** Endemismos registrados para el SAR-AE.

| Clase         | Familia  | Nombre científico  | Nombre común      | FC <sup>1</sup> | Tipo de Vegetación <sup>2</sup> | Estado de conservación <sup>3</sup> | Endemismo <sup>4</sup> |
|---------------|--|--|-------------------|-----------------|---------------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| Liliopsida    | Arecaceae  | <i>Coccothrinax readii</i> H.J. Quero (1980)                   | Palma nakás       | A, Ar, H        | VMC, SMQ                        | A                                   | E-M                    |
|               | Asparagaceae                                     | <i>Beaucarnea plibilis</i> (Baker) Rose (1906)                 | Ts'iipil*         | H               | SMQ, SBC, SBQ                   | A                                   | E-M                    |
| Magnoliopsida | Acanthaceae                                      | <i>Justicia lundellii</i> Leonard (1936)                       | Aka' xiiw*        | H               | SBC, VS                         | -                                   | E-PBPY                 |
|               | Apocynaceae                                      | <i>Matelea belizensis</i> (Lundell & Standl.) Woodson (1941)   | Venenillo         | H, T            | SBC                             | -                                   | E-PBPY                 |
|               | Asteraceae                                       | <i>Ageratum gaumeri</i> B.L. Rob. (1912)                       | Ak'umbil*         | H               | SBC, SBQ, VD                    | -                                   | CE-M                   |
|               | Boraginaceae                                     | <i>Bourreria pulchra</i> (Millsp.) Millsp. (1912)              | Bakal bo'         | A, Ar           | SBC                             | -                                   | E-M                    |
|               | Celastraceae                                     | <i>Maytenus phyllanthoides</i> Benth. (1844)                   | Maytén de Florida | Ar              | VMC, VM, VA                     | -                                   | E-M                    |
|               | Euphorbiaceae                                    | <i>Cnidocolus souzae</i> McVaugh (1944)                        | Ts'iim*           | Ar              | SMQ                             | -                                   | E-PBPY                 |
|               | Fabaceae   | <i>Acacia dolichostachya</i> S.F. Blake (1921)                 | Camball piich*    | A, Ar           | SMQ, SBQ, SBC                   | -                                   | CE-M                   |
|               |  | <i>Acacia pringlei</i> Rose (1895)                             | Dsiuilche*        | A, Ar           | SBC                             | -                                   | E-M                    |
|               | Malpighiaceae                                    | <i>Byrsonima bucidifolia</i> Standl. (1930)                    | Sakpaj*           | Ar              | SBC, SMQ                        | -                                   | E-PBPY                 |
|               | Malvaceae  | <i>Bakeridesia yucata</i> (Standl.) D.M. Bates (1973)          | snc               | Ar              | SMQ                             | -                                   | E-PBPY                 |
|               | Polygonaceae                                     | <i>Neomillspaughia emarginata</i> (H. Gross) S.F. Blake (1921) | Sak iitsa'*       | A, Ar           | SBC, SMQ, VS                    | -                                   | E-PBPY                 |
|               | Rhamnaceae                                       | <i>Colubrina greggii</i> S. Watson (1882)                      | Puukin*           | B               | SMQ, SBC, VM                    | -                                   | E-PBPY                 |
|               | Rhizophoraceae                                   | <i>Rhizophora mangle</i> L. (1753)                             | Mangle rojo       | A               | VM, P                           | A                                   | E-M                    |
| Sapindaceae   | <i>Exothea diphylla</i> (Standl.) Lundell (1937) | Wayuum   | A                 | SBC, SMSP       | -                               | E-PBPY                              |                        |

Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B-Regional del proyecto  
**“Hotel Riviera Canc3n”**

|  |  |   |                 |   |                 |   |        |
|--|--|---|-----------------|---|-----------------|---|--------|
|  |  | <i>Serjania yucatanensis</i><br>Standl.(1930) | Ch3en<br>peek’* | T | SBC, SMQ,<br>VS | - | E-PBPY |
|--|--|---|-----------------|---|-----------------|---|--------|

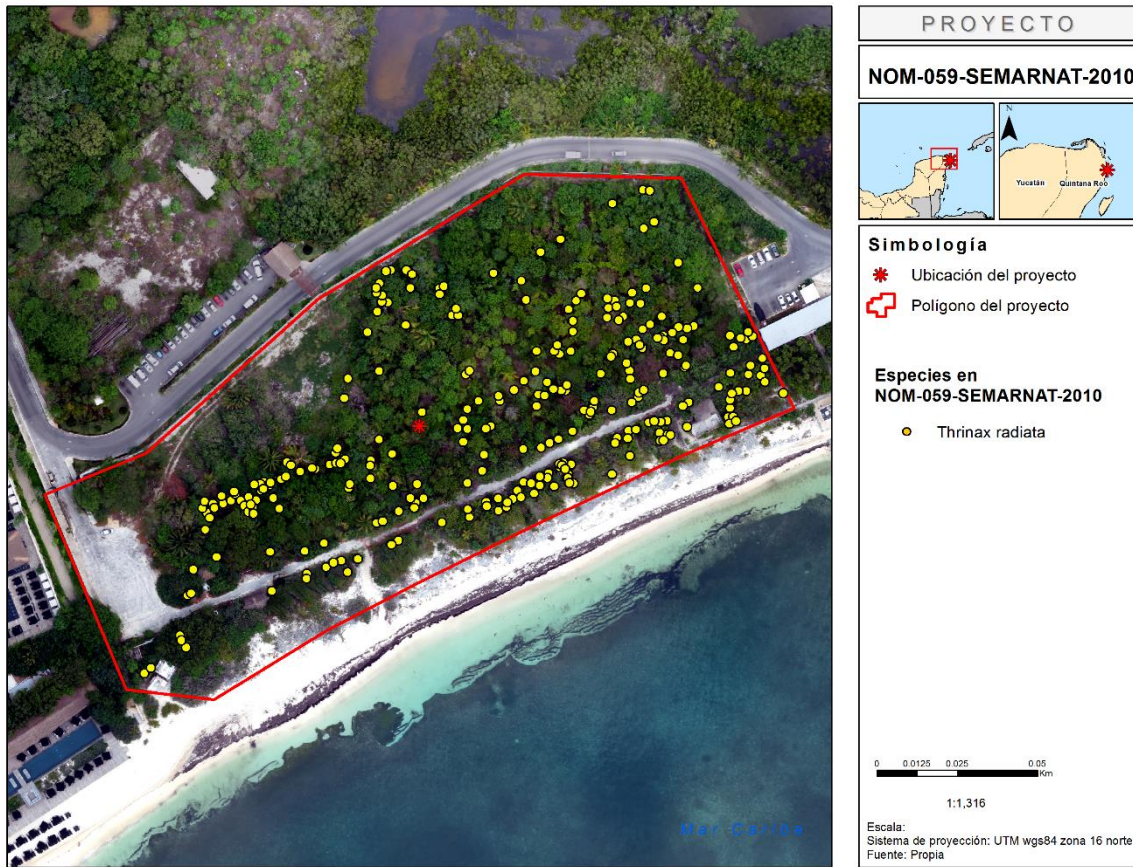
**1. FC** (Forma de crecimiento): A, Arb3reo; Ar, Arbustivo; H, Herb3ceo, T, Trepadora; B, Bejuco. **2. Tipo de Vegetaci3n:** VMC, Vegetaci3n de Matorral Costero; SMQ, Selva Mediana Subperennifolia; SBQ, Selva Baja Subperennifolia; SBC, Selva Baja Caducifolia; VM, Vegetaci3n de Manglar; P, Pet3n; VS, Vegetaci3n Secundaria; VA, Vegetaci3n Acu3tica. **3. Estado de conservaci3n:** A, Amenazada. **4. Endemismo:** E, End3mica; CE, Cuasiend3mica; M, M3xico; PBPY, Provincia Bi3tica de la Pen3nsula de Yucat3n.

De acuerdo con la tabla anterior, se registran 6 especies con distribuci3n End3mica para M3xico, tres de las cuales adem3s est3n enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, bajo la categor3a de Amenazada; nueve especies presentan distribuci3n end3mica para la Provincia Bi3tica de la Pen3nsula de Yucat3n, por lo que su presencia es a3n m3s restringida en el pa3s, y otras dos especies presentan distribuci3n Cuasiend3mica.

**h) Especies de flora incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 presentes en el pol3gono del proyecto**

S3lo se registr3 *Thrinax radiata*, perteneciente a la familia Arecaceae, Clase Liliopsida, como especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categor3a de Amenazada.

La especie *Thrinax radiata* presenta una amplia distribuci3n en el predio del proyecto, se registr3 su aparici3n en todos los estratos de ambos tipos de vegetaci3n. En la siguiente figura se muestra su distribuci3n para el caso del estrato arb3reo en los pol3gonos con VSA/SMQ y VMC,



**Figura IV. 123** Distribuci3n de *Thrinax radiata* en el predio del proyecto.

En las siguientes figuras se pueden observar el h3bitat de esta especie en el pol3gono del proyecto.





**Figura IV. 124** H3bitat de palma chit (*Thrinax radiata*) en el pol3gono de Vegetaci3n Secundaria Arb3rea de Selva Mediana Subperennifolia



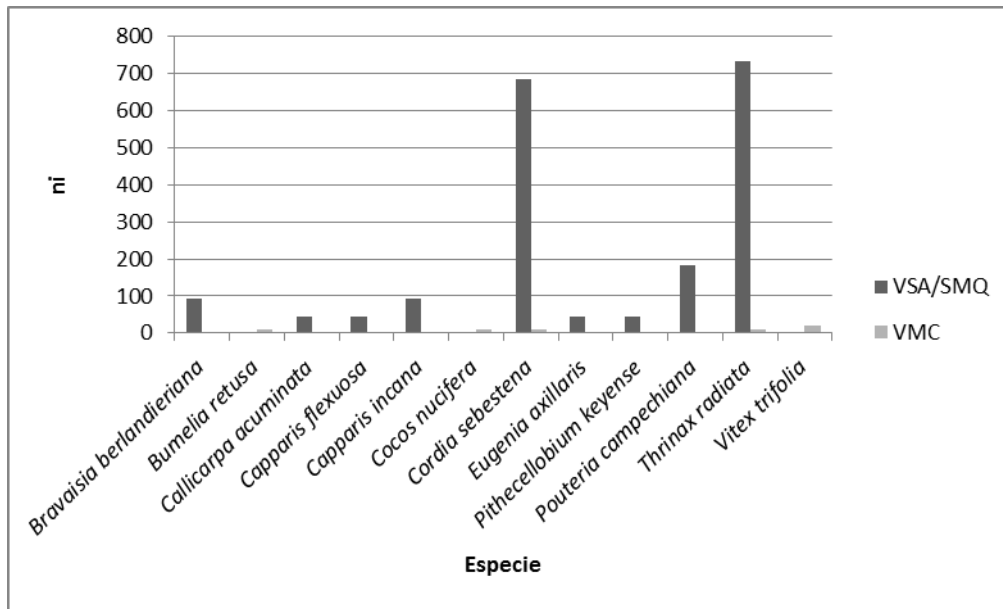
**Figura IV. 125** Cobertura del dosel en las 3reas con presencia de palma chit (*Thrinax radiata*) en el pol3gono de Vegetaci3n Secundaria Arb3rea de Selva Mediana Subperennifolia



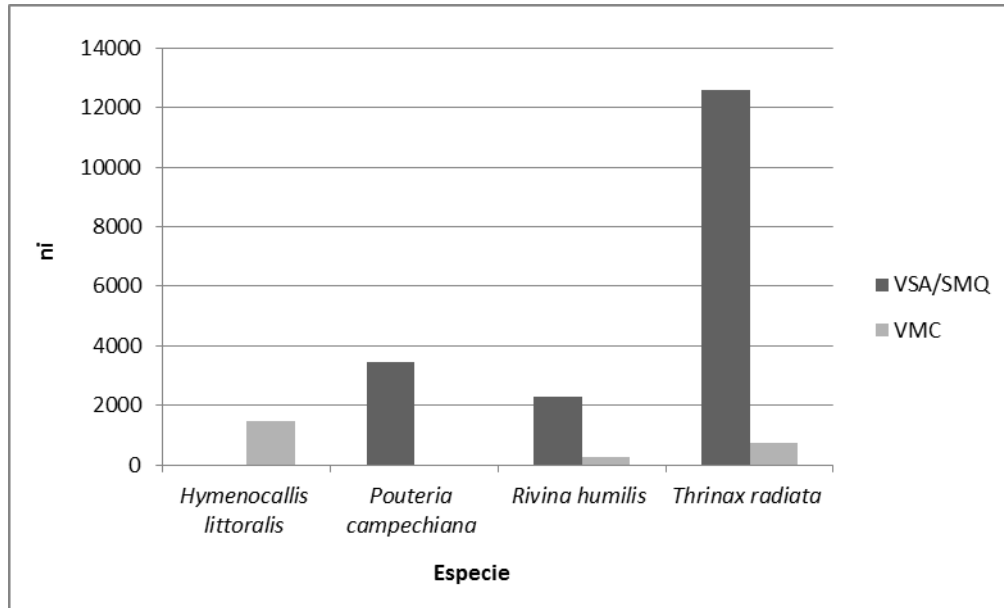
**Figura IV. 126** H3bitat de palma chit (*Thrinax radiata*) en el pol3gono de Vegetaci3n de Matorral Costero



**Figura IV. 127** Cobertura del dosel en las 3reas con presencia de palma chit (*Thrinax radiata*) en el pol3gono de Matorral Costero.



**Figura IV. 128.** Representaci3n gr3fica del n3mero de individuos a remover por especie, por tipo de vegetaci3n. Estrato arbustivo.



**Figura IV. 129.** Representaci3n gr3fica del n3mero de individuos a remover por especie, por tipo de vegetaci3n. Estrato herb3ceo.

### **i) Vegetaci3n que debe respetarse o establecerse para proteger las tierras fr3giles**

De acuerdo con la Ley De Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento en el Art3culo 2; se entiende por tierras fr3giles *aquellas ubicadas en terrenos forestales o preferentemente forestales que son propensas a la degradaci3n y p3rdida de su capacidad productiva natural como consecuencia de la eliminaci3n o reducci3n de su cobertura vegetal.*

#### **j.1) Tierras fr3giles**

De acuerdo con la definici3n anterior, ser3an tierras fr3giles la totalidad de la superficie con vegetaci3n forestal en que se ejecutar3 el proyecto (1.5684 ha), ya que posterior a la remoci3n de la vegetaci3n y el despalme, perder3an su capacidad productiva natural. Sin embargo, el proyecto contempla destinar 3reas verdes que consistir3n en 3reas ajardinadas en que se establecer3 vegetaci3n producto del rescate de flora en una superficie de 0.4081 ha, y un 3rea verde con vegetaci3n natural, que quedar3 intacta de



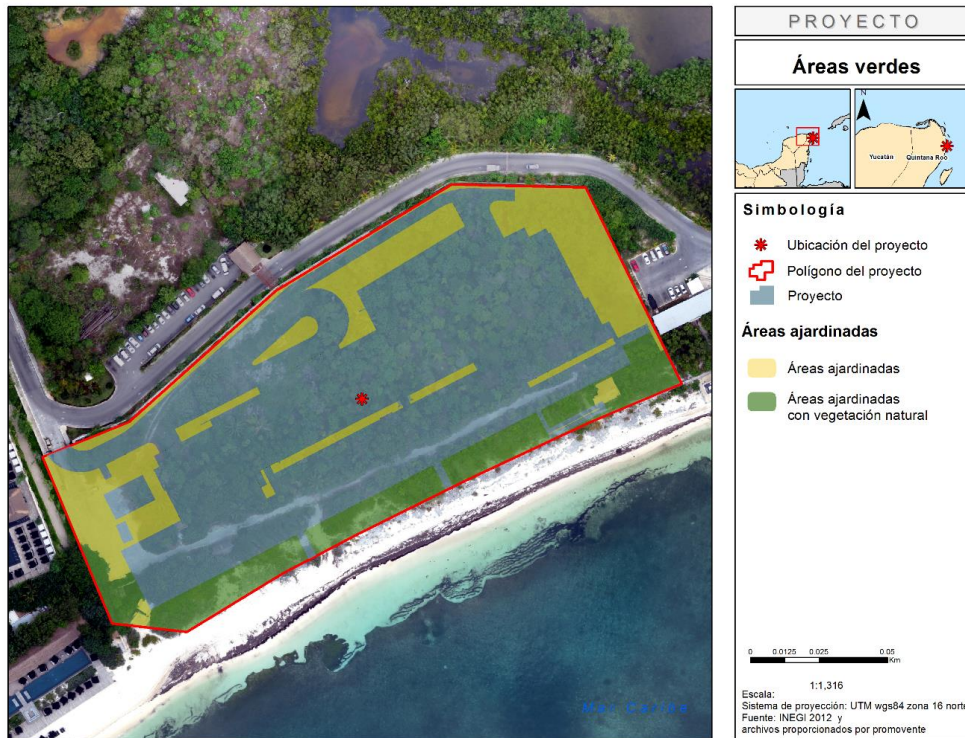
actividades de cambio de uso de suelo de 0.2289 ha que actualmente presenta una superficie con vegetaci3n de matorral costero de 0.1866 ha (el resto est3 ocupado por arena y roca, con posibilidades de revegetaci3n natural), misma que no resultar3 afectada con el cambio de uso de suelo propuesto (ver siguiente tabla).

**Tabla IV. 99.** Distribuci3n de superficies en 3reas verdes.

| 3reas                                   | Superficie     |               |
|---|----------------|---------------|
|   | m <sup>2</sup> | ha            |
| 3reas verdes ajardinadas                | 4081.31        | 0.4081        |
| 3reas verdes con vegetaci3n natural*    | 2289.41        | 0.2289        |
| <b>Superficie total de 3reas verdes</b> | <b>6370.72</b> | <b>0.6371</b> |

\*Actualmente presenta una superficie con vegetaci3n de matorral costero de 0.1866 ha

La ubicaci3n de estas 3reas se puede apreciar en la siguiente figura:



**Figura IV. 130** Ubicaci3n de las 3reas verdes ajardinadas y con vegetaci3n natural, en que se establecer3 o respetar3 la vegetaci3n.

#### IV.7.2. Fauna

De acuerdo a la búsqueda bibliográfica el SAR-AE se encuentra en el estado de Quintana Roo, donde habitan 22 de las 23 especies de anfibios de la Península de Yucatán, la familia Hylidae (ranas arborícolas es la más diversa; en cuanto a reptiles, en el estado se registran 106 especies de las 140 reportadas para la Península de Yucatán (75%), que representa cerca del 13% de la riqueza nacional y 1.3% de la riqueza mundial. Quintana Roo cuenta con el registro de 483 especies de aves, de 71 familias que representan el 88% de las especies de aves en la Península de Yucatán (MacKinnon, 2005), 44% de las aves de México y 4.8% de las aves del mundo. En cuanto a los mamíferos, en Quintana Roo habitan 114 especies de mamíferos terrestres. 96.6% de los registrados en la Península de Yucatán, 23.5% de México y 2.5% del mundo (Conabio, 2011).

##### a) Fauna registrada en el SAR y AE

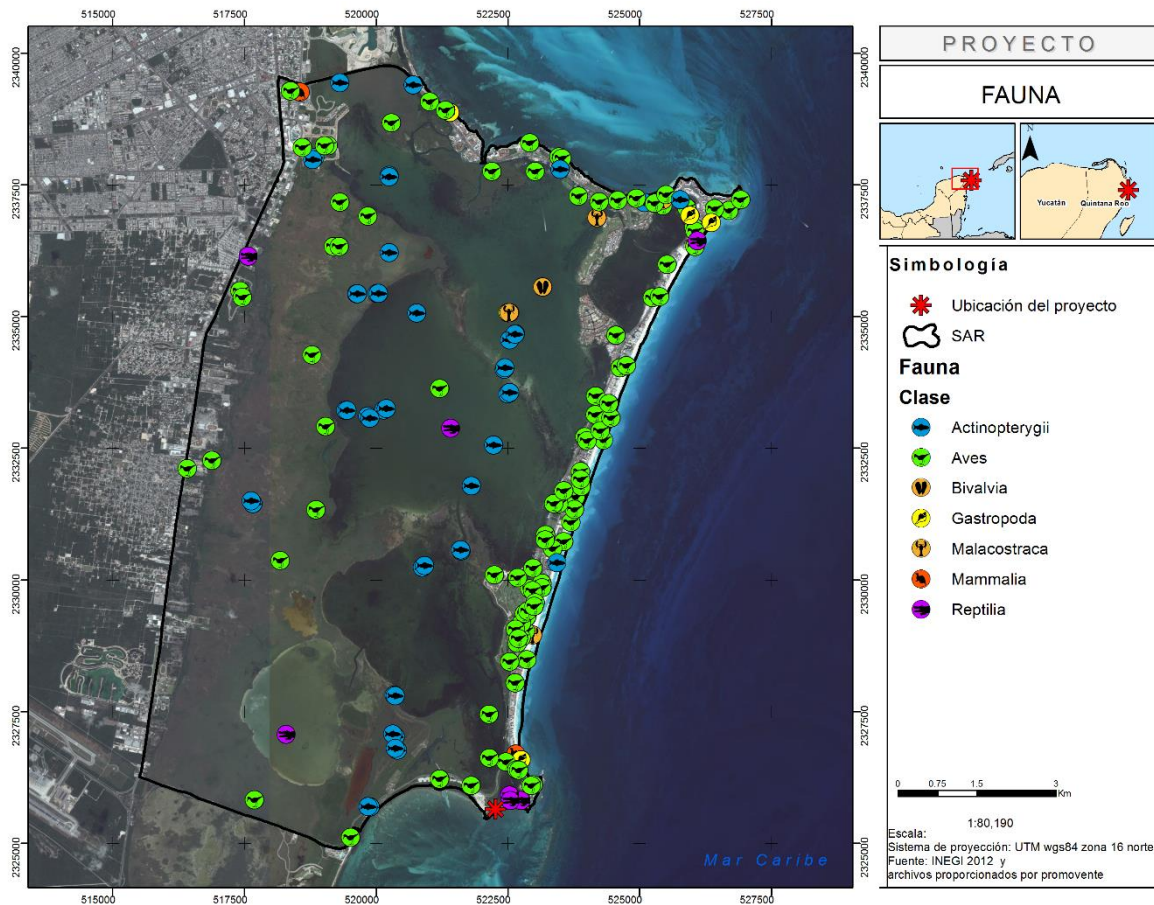
Se realizó una búsqueda en las bases de datos de carácter internacional como la Global Biodiversity Information Facility, y nacionales como Naturalista (GBIF, 2015; CONABIO,2015), para obtener un cálculo aproximado de la fauna en el SAR y AE. De acuerdo con los resultados obtenidos, se obtuvo un total de 2,190 registros de especies, que incluyen las siguientes clases: Actinopterygii, Aves, Bivalvia Elasmobranchii, Mammalia y Reptilia. Cabe destacar que no se reporta el registro de anfibios dentro del SAR-AE (véase la siguiente tabla).

**Tabla IV. 100** Fauna registrada en SAR-AE (Fuente: GBIF, 2015; CONABIO,2015)

| Clase          | Registros   | %          |
|----------------|-------------|------------|
| Actinopterygii | 150         | 6.85       |
| Aves           | 1964        | 89.68      |
| Bivalvia       | 60          | 2.74       |
| Elasmobranchii | 1           | 0.05       |
| Mammalia       | 2           | 0.09       |
| Reptilia       | 13          | 0.59       |
| <b>Total</b>   | <b>2190</b> | <b>100</b> |



En la siguiente figura se presenta un mapa de la ubicaci3n geogr3fica dentro del SAR y AE de los registros de fauna de Global Biodiversity Information Facility y Naturalista.



**Figura IV. 131** Representaci3n espacial de los registros de fauna en el SAR y AE (Fuente: GBIF, 2015; CONABIO, 2015).

La clase Actinopterygii dentro del SAR-AE registr3 un total de 113rdenes, 26 familias, 37 g3neros y 48 especies. Las familias con el mayor n3mero de registros son Haemulidae, Syngnathidae y Cyprinodontidae. Entre las especies con mayor n3mero de registros son *Istiophorus platypterus* y *Lucania parva*.

En el caso de las aves, fue el grupo con el mayor número de registros (1,964), hay un total de 21 órdenes, 51 familias, 144 géneros y 212 familias. Entre las familias con el mayor número de registros están Icteridae, Parulidae, Laridae, Ardeidae, Columbidae y Tyrannidae. Las especies con el mayor número de registros son *Fregata magnificens*, *Mimus gilvus*, *Quiscalus mexicanus*, *Pelecanus occidentalis* y *Leucophaeus atricilla*.

La clase Bivalvia es la tercera más abundante. En ella se registró un total de 6 órdenes, 16 familias, 22 géneros y 26 especies. Las familias con el mayor número de registros son Chamidae, Arcidae, Cardiidae, Isognomonidae y Tellinidae. Entre las especies con el mayor número de registros se encuentran *Arca imbricata*, *Chama macerophylla* y *Tellina radiata*.

La clase mammalia es la que menor número de registros presento, en ella se enlistan dos órdenes, dos familias, dos géneros y dos especies. Entre las especies se encuentra *Nasua narica* y *Pteronotus parnellii*.

La clase reptilia presento un total de 13 registros, en los cuales se enlistan un orden, 3 familias, 4 géneros y 4 especies. Entre las especies se encuentran *Aspidoscelis cozumela*, *Cnemidophorus rodecki*, *Sceloporus cozumelae* que se encuentra sujeta a protección especial, y *Ctenosaura similis* la cual es una especie amenazada de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

De acuerdo con los resultados obtenidos de las bases de datos para la fauna registrada en el SAR-AE, no se tiene reconocimiento de la clase Anfibia. Las clases más abundantes son Aves, seguida de la clase Actinopterygii y Bivalvia. La clase Reptilia registro un total 4 especies, de la cuales 2 están listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. La clase Mammalia es la que obtuvo la más baja representatividad con dos registros. El contar con un antecedente de registros de fauna en el SAR-AE proporcionó una ventaja para enfocar

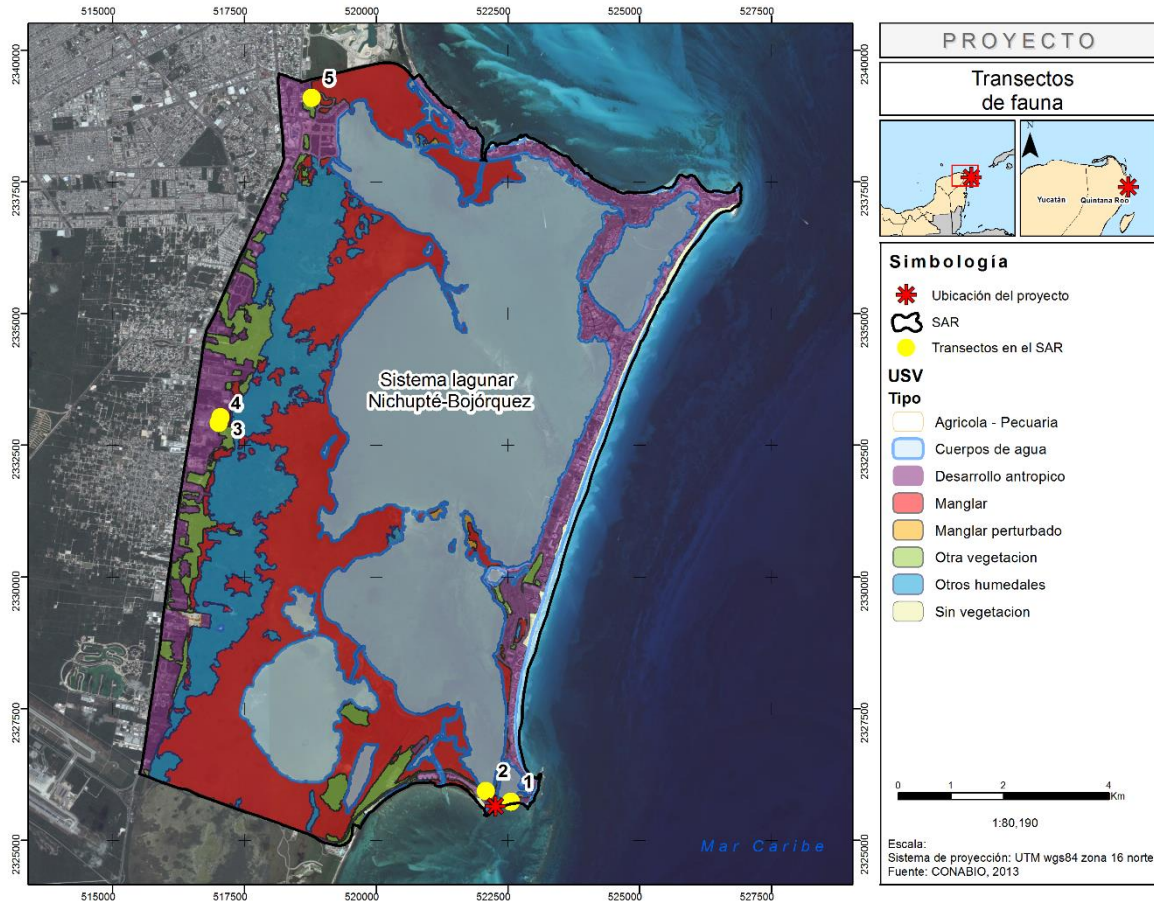
los muestreos de trabajo de campo a los grupos menos representativos, as3 como para comparar actualmente el estado de la biodiversidad donde se desarrollara el proyecto.

Cabe destacar que debido a la ubicaci3n espacial del proyecto respecto a la zona de playa, se buscaron registros de especies de importancia ecol3gica como tortugas marinas, en las bases de datos anteriormente descritas. Los resultados obtenidos arrojaron que no existen registros en el 3rea de ubicaci3n del proyecto, esto se podr3a deber a que la zona de playa es de tipo rocosa, por lo que no re3ne las condiciones para la anidaci3n de estas especies, ya que las tortugas requieren de playas arenosas y con una pendiente muy ligera (M3rquez, 1996). Sumado a esto no hay evidencia en el 3rea del proyecto, que sean zonas de anidaci3n para estas especies, por lo tanto se descarta que especies que nacieran en esa playa regresaran a anidar. (M3rquez, 1996).

#### **b) Muestreo de la fauna presente en el SAR-AE y el pol3gono del proyecto**

Para la caracterizaci3n de la diversidad faun3stica se realiz3 un estudio no extractivo de vertebrados terrestres presentes en el SAR-AE y el pol3gono del proyecto, en el cual se realizaron transectos, de acuerdo a cada uno de los tipos de vegetaci3n.

El primer paso fue obtener un diagn3stico del estado actual de la fauna silvestre que se encuentra dentro del SAR-AE. Se realizaron una serie de recorridos en transectos usando b3squedas visuales. A continuaci3n se muestra en la siguiente figura la representaci3n espacial de los muestreos a nivel SAR-AE.



**Figura IV. 132.** Unidades de muestreo en SAR-AE.

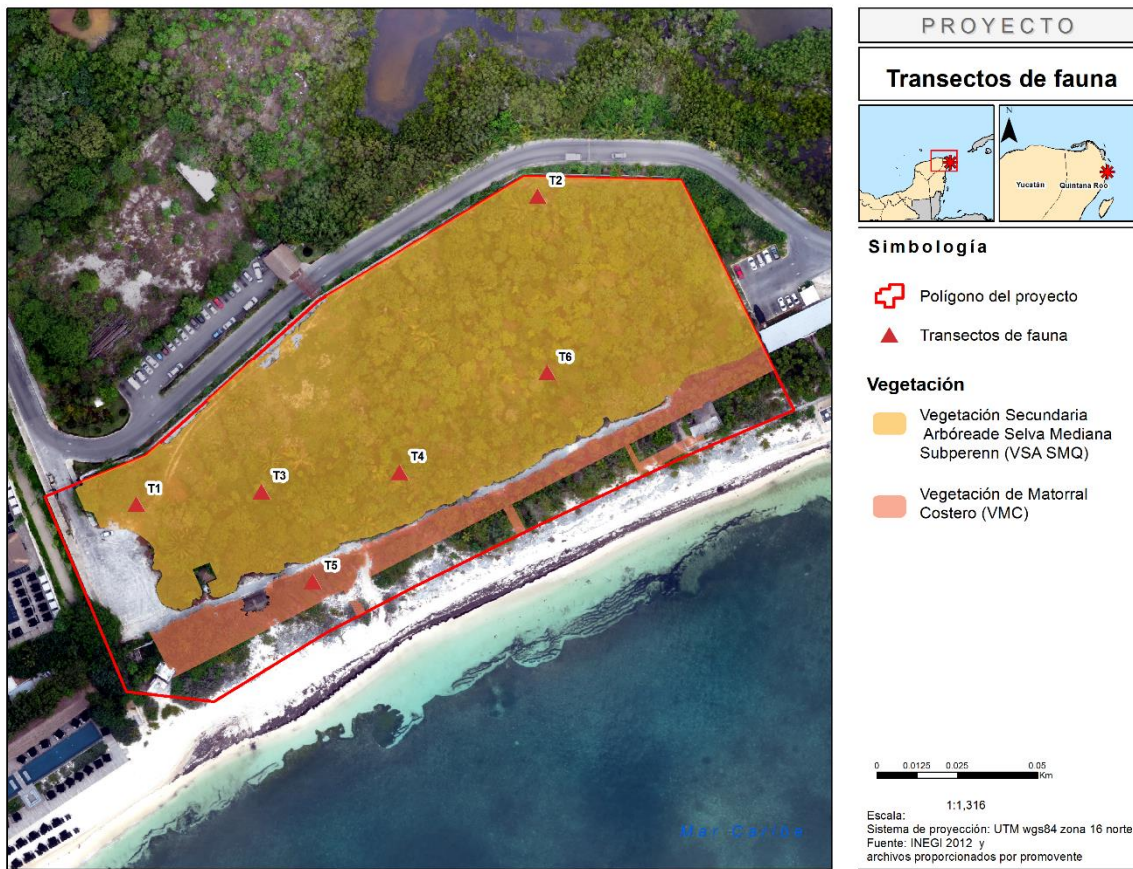
La selecci3n de los sitios de muestreo se realiz3 a partir de la sobreposici3n del SAR-AE e im3genes de sat3lite, en donde se determinaron las 3reas probables con vegetaci3n natural, posteriormente se estableci3 un muestreo aleatorio, y se trazaron 5 transectos, cada uno de 100 m de longitud y 10 m de ancho. El muestreo se realiz3 el d3a 29 y 30 de Abril de 2015, 3nicamente en horario diurno.

**Tabla IV. 101** Sitios de muestreo dentro del SAR-AE.

| Transecto | Fecha      | Coordenadas (UTM) |         |        |         | Hora   |       |
|-----------|------------|-------------------|---------|--------|---------|--------|-------|
|           |            | Inicial           |         | Final  |         | Inicio | Fin   |
|           |            | X                 | Y       | X      | Y       |        |       |
| S1        | 29/04/2015 | 522564            | 2325735 | 522461 | 2325706 | 11:40  | 12:35 |
| S2        | 30/04/2015 | 522089            | 2325937 | 522005 | 2325988 | 09:16  | 09:45 |
| S3        | 30/04/2015 | 517048            | 2333031 | 517128 | 2332954 | 12:00  | 12:45 |
| S4        | 30/04/2015 | 517014            | 2332922 | 517102 | 2332871 | 13:00  | 13:20 |
| S5        | 30/04/2015 | 518780            | 2339100 | 518826 | 2339002 | 14:00  | 14:30 |

De igual modo se implementaron los muestreos para el pol3gono del proyecto, las unidades de muestreo corresponden a un recorrido de 6,000.00 m<sup>2</sup>, en funci3n al ancho de los transectos, representando los tipos de vegetaci3n de: vegetaci3n secundaria arb3rea de selva mediana subperennifolia y matorral costero de acuerdo al trabajo de campo. A continuaci3n se presentan la distribuci3n de los puntos de muestreos en el pol3gono del proyecto.





**Figura IV. 133** Unidades de muestreo realizadas durante el estudio de vertebrados silvestres en el polígono del proyecto.

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas, fecha y horario de muestreo para el polígono del proyecto. En total se establecieron seis transectos para el muestreo de la fauna.

**Tabla IV. 102.** Unidades de muestreo en el pol3gono del proyecto, indicando la terminolog3a para cada transecto, la fecha de muestreo y las coordenadas de ubicaci3n.

| Transecto | Fecha      | Coordenadas (UTM) |         |        |         | Hora   |       |
|-----------|------------|-------------------|---------|--------|---------|--------|-------|
|           |            | Inicial           |         | Final  |         | Inicio | Fin   |
|           |            | X                 | Y       | X      | Y       |        |       |
| T1        | 29/04/2015 | 522183            | 2325629 | 522263 | 2325692 | 09:18  | 09:45 |
| T2        | 29/04/2015 | 522308            | 2325725 | 522353 | 2325635 | 12:16  | 13:10 |
| T3        | 29/04/2015 | 522222            | 2325633 | 522313 | 2325679 | 10:00  | 10:34 |
| T4        | 29/04/2015 | 522265            | 2325639 | 522357 | 2325684 | 10:52  | 11:12 |
| T-05      | 28/04/2015 | 522238            | 2325605 | 522333 | 2325644 | 16:39  | 18:00 |
| T-06**    | 30/04/2015 | 522311            | 2325670 | -      | -       | 17:00  | 01:15 |

(\*\*) Muestreo nocturno

Los muestreos estuvieron conformados por 1 brigada, de tres integrantes. Se tomaron registros directos e indirectos, se llev3 a cabo un registro fotogr3fico para su posterior verificaci3n e identificaci3n de las especies, y para integrar el cat3logo fotogr3fico de vertebrados silvestres presentes en la zona. Se tomaron datos de cada especie, tales como humedad relativa y temperatura con ayuda de un higr3metro, coordenadas, horario de muestreo, entre otros.

Se estableci3 una estaci3n de muestreo dentro del pol3gono del proyecto, en la cual se colocaron 40 trampas tipo Sherman para mam3feros peque1os; 2 fototruampas, para el registro de mam3feros peque1os y grandes; y dos redes de niebla, para registro de aves y murci3lagos (ver siguientes figuras).





Figura IV. 134 Colocaci3n de trampas tipo Sherman.



Figura IV. 135 Colocaci3n de Red de Niebla.



Figura IV. 136 Colocaci3n de Fototrampas.



Por otra parte, el registro de vertebrados, dentro de las unidades de muestreo se realiz3 de acuerdo con las caracter3sticas de cada grupo de acuerdo con lo siguiente:

**Aves:** El registro de aves se realiz3 por medio de m3todos directos avistamientos e identificaci3n cantos y nidos (Conner y Dickson, 1980). Los avistamientos se realizaron a simple vista, con ayuda de binoculares y c3maras fotogr3ficas. La identificaci3n de especies se realiz3 con base en Howell y Webb (1995), Peterson y Chalif (1989), Dunny Aldederfer (2011), en tanto que los criterios taxon3micos seguidos son los de Navarro *et al.* (2004) y Navarro y Gordillo (2008).

**Mam3feros:** Para el caso de los mam3feros medianos y grandes se emplearon las t3cnicas de seguimientos de rastros (excretas, huellas, pelos). La toma de datos se realiz3 con fotograf3as digitales con escala, para su posterior identificaci3n a trav3s de la literatura especializada (Aranda-S3nchez, 2012).

**Anfibios:** Para el registro de anfibios se realiz3 una b3squeda exhaustiva sobre y debajo de troncos, piedras y en hojarasca que se encontraban en los transectos (Manzanilla y P3faur, 2000), se realiz3 un muestreo nocturno para incrementar la posibilidad de encontrar individuos de este grupo.

**Reptiles:** Para este grupo, en los transectos se efectu3 una b3squeda intensiva que implic3 el muestreo hasta una altura m3xima de dos metros, tratando de abarcar los periodos de mayor actividad de estos. Los ejemplares fueron capturados manualmente, con ayuda de ganchos herpetol3gicos y pinzas de disecci3n. Para la determinaci3n taxon3mica se utilizaron claves de Flores-Villela *et al.* (1995); Casas-Andr3u y McCoy (1979); Woolrich-Pi3a *et al.* (2005); Garc3a y Ceballos (1994); Santiago-P3rez *et al.* (2012).

Para mayor referencia, los estimadores de diversidad utilizados son descritos en el cap3tulo IX.

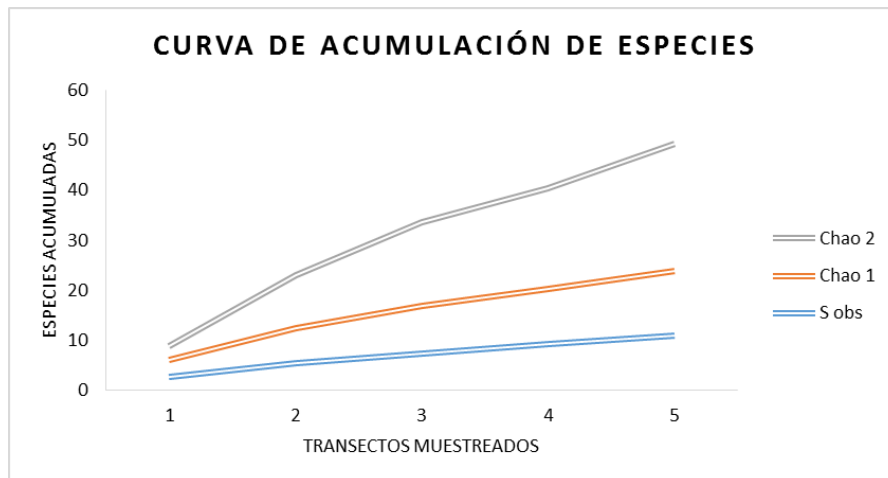
### c) Resultados del muestreo de la fauna en el SAR y 3rea de estudio

#### c.1) Curva de acumulaci3n de especies

De los resultados obtenidos para la curva de acumulaci3n de especies se obtuvo que el esfuerzo de muestreo realizado dentro del SAR-AE, de acuerdo con el estimador Chao 1 fue superior al 85%, sin embargo al utilizar Chao 2 la eficiencia fue menor al 50%. El estimador Chao 1 es uno de los m3s estrictos, sus valores sugieren que se realiz3 un adecuado esfuerzo de muestreo.

**Tabla IV. 103** Resultados de los estimadores de especies.

| ssp observadas | ssp esperadas |        | % de eficiencia |             |
|----------------|---------------|--------|-----------------|-------------|
|                | Chao 1        | Chao 2 | Chao 1          | Chao 2      |
| 11             | 12.93         | 25.4   | 0.850734725     | 0.433070866 |



**Figura IV. 137** Curva de acumulaci3n de especies para el muestreo realizado dentro del SAR y AE.

A pesar de no haber logrado obtener la as3ntota que evidenciara la calidad del inventario biol3gico en el SAR-AE, esto se pudo deber a la influencia de la actividad antr3pica y la modificaci3n del entorno natural, la cual limita la riqueza y abundancia relativa de las especies.

### c.2) Diversidad

A continuaci3n se presentan los resultados obtenidos mediante el c3lculo de los n3meros efectivos de la diversidad de orden 0 y 1 de los grupos de mam3feros, aves y herpetofauna (anfibios y reptiles).

Para los muestreos realizados en el SAR, se registraron 11 especies, 73rdenes, 9 familias y 10 g3neros, de las cuales la clase Reptilia est3 contenida en 1 orden, 1 familia, 1 g3nero y 2 especies; la clase Mammalia solo registra 1 especie, y la clase de Aves fue clasificada en 5 ordenes, 6 familias, 7 g3neros y 6 especies, adem3s se registraron las especies de *Amazilia rutila* y *Quiscalus mexicanus* fuera de las unidades de muestreo, las cuales se consideran en la riqueza general de especies, m3s no en los an3lisis de diversidad.

**Tabla IV. 104** Vertebrados registrados en los muestreos realizados en el SAR-AE.

| CLASE    | ORDEN       | FAMILIA     | ESPECIE  | NOMBRE COM3N                 |
|----------|-------------|-------------|--|------------------------------|
| REPTILIA | Squamata    | Dactyloidae | <i>Anolis tropidonotus</i><br>(Peters, 1863)       | Abaniquillo liso del sureste |
| REPTILIA | Squamata    | Dactyloidae | <i>Anolis sagrei</i><br>(Dum3ril & Bibron, 1837)   | Anolis pardo                 |
| MAMMALIA | Carnivora   | Procyonidae | <i>Bassariscus sumichrasti</i><br>(Saussure, 1860) | Cacomixtle tropical          |
| AVES     | Apodiformes | Trochilidae | <i>Amazilia rutila</i>                             | Colibr3 canela               |

|             |                |                   |   |                       |
|-------------|----------------|-------------------|---|-----------------------|
|             |                |                   | (Delattre, 1842)                                |                       |
| <b>AVES</b> | Passeriformes  | Corvidae          | <i>Cyanocorax yucatanicus</i> (Dubois, 1875)    | Chara yucateca        |
| <b>AVES</b> | Passeriformes  | Icteridae         | <i>Dives dives</i> (Deppe, 1830)                | Tordo cantor          |
| <b>AVES</b> | Passeriformes  | Icteridae         | <i>Quiscalus mexicanus</i> (JF Gmelin, 1788)    | Zanate mayor          |
| <b>AVES</b> | Passeriformes  | Parulidae         | <i>Dendroica petechia</i> (Linnaeus, 1766)      | Chipe amarillo        |
| <b>AVES</b> | Piciformes     | Picidae           | <i>Melanerpes pygmaeus</i> (Ridgway, 1885)      | Carpintero yucateco   |
| <b>AVES</b> | Charadiiformes | Scolopacidae      | <i>Arenaria interpres</i> (Linnaeus, 1758)      | Vuelve piedras rojizo |
| <b>AVES</b> | Suliformes     | Phalacrocoracidae | <i>Phalacrocorax brasilianus</i> (Gmelin, 1789) | Cormor3n oliv3ceo     |

### c.2.1) Herpetofauna

En el SAR-AE se obtuvo el registro de 2 especies, representadas por 4 individuos, se observ3 que *Anolis sagrei* representa el 75% de los organismos registrados, y la especie *Anolis tropidonotus* constituye el 25% de IART, no se registr3 ning3n anfibio dentro de la zona muestreada.

**Tabla IV. 105** Especies de Reptiles (Chordata: Vertebrata) observadas;  $ni$ = n3mero de individuos de la especie  $i$  (frecuencia).  $N$ = n3mero total de individuos,  $S$ = n3mero de especies.

| Especie                    |          |      |
|----------------------------|----------|------|
|                            | $ni$     | $pi$ |
| <i>Anolis sagrei</i>       | 3        | 0.75 |
| <i>Anolis tropidonotus</i> | 1        | 0.25 |
| <b>N=</b>                  | <b>4</b> |      |
| <b>S=</b>                  | <b>2</b> |      |

### c.2.2) Aves

En el caso de la clase aves en el SAR-AE se registraron 6 especies, representadas por 18 individuos, la especie m3s abundante en t3rminos de %IART corresponde a *Cyanocorax yucatanicus* con el 33.33% y la especie *Arenaria interpres* con el 27.7% de abundancia relativa expresada en porcentaje, siendo estas dos especies las que concentran m3s del 50% de abundancia.

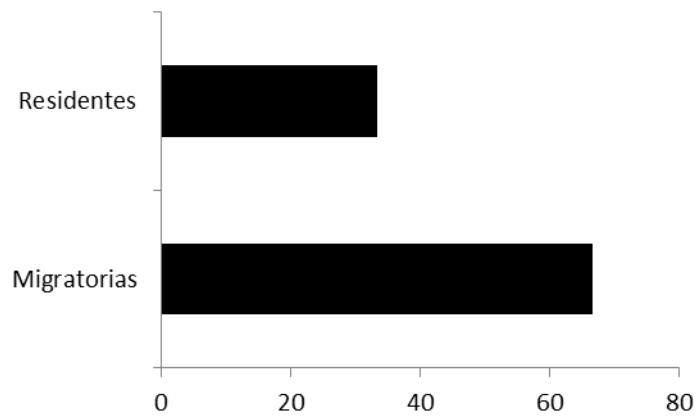
**Tabla IV. 106.** Especies de Aves (Chordata: Vertebrata) observadas,  $ni$ = n3mero de individuos de la especie  $i$  (frecuencia),  $pi$ : abundancia relativa de la especie  $i$  ( $pi=ni/N$ ).  $N$ = n3mero total de individuos,  $S$ = n3mero de especies.

| Especie                          |           |         |
|----------------------------------|-----------|---------|
|                                  | $ni$      | $pi$    |
| <i>Cyanocorax yucatanicus</i>    | 6         | 0.33333 |
| <i>Dendroica petechia</i>        | 1         | 0.05556 |
| <i>Dives dives</i>               | 2         | 0.11111 |
| <i>Melanerpes pygmaeus</i>       | 1         | 0.05556 |
| <i>Arenaria interpres</i>        | 5         | 0.27778 |
| <i>Phalacrocorax brasilianus</i> | 3         | 0.16667 |
| <b>N=</b>                        | <b>18</b> |         |
| <b>S=</b>                        | <b>6</b>  |         |

Como ya fue mencionado, se registraron 8 especies de aves, de las cuales 6 fueron observadas dentro de las unidades de muestreo y 2 fuera de las mismas. De dichas especies 6 son residentes, y 2 con estacionalidad migratoria.

**Tabla IV. 107** Estacionalidad de las aves registradas durante los muestreos de vertebrados silvestres,  
M=Migratorio, R=Residente.

| CLASE | ORDEN          | FAMILIA           | ESPECIE                          | NOMBRE COM3N          | ESTACIONALIDAD |
|-------|----------------|-------------------|----------------------------------|-----------------------|----------------|
| AVES  | Apodiformes    | Trochilidae       | <i>Amazilia rutilia</i>          | Colibr3 canela        | R              |
| AVES  | Passeriformes  | Corvidae          | <i>Cyanocorax yucatanicus</i>    | Chara yucateca        | R              |
| AVES  | Passeriformes  | Icteridae         | <i>Dives dives</i>               | Tordo cantor          | R              |
| AVES  | Passeriformes  | Icteridae         | <i>Quiscalus mexicanus</i>       | Zanate mayor          | R              |
| AVES  | Passeriformes  | Parulidae         | <i>Dendroica petechia</i>        | Chipe amarillo        | M              |
| AVES  | Piciformes     | Picidae           | <i>Melanerpes pygmaeus</i>       | Carpintero yucateco   | R              |
| AVES  | Charadiiformes | Scolopacidae      | <i>Arenaria interpres</i>        | Vuelve piedras rojizo | M              |
| AVES  | Suliformes     | Phalacrocoracidae | <i>Phalacrocorax brasilianus</i> | Cormor3n oliv3ceo     | R              |



**Figura IV. 138** Estacionalidad expresada en porcentaje de las aves registradas.

### c.2.3) Mamíferos

En los recorridos realizados dentro del SAR-AE solo se registro una especie de mamífero, y correspondió a *Bassariscus sumichrasti*, el registro fue indirecto a través de una excreta.

### c.3) Estimadores de diversidad

El valor para el Índice de Shannon calculado para fue de 1.971. En la siguiente tabla se muestra los valores obtenidos para los diferentes índices.

**Tabla IV. 108** Índices de diversidad obtenidos para los vertebrados observados. S: número de especies, N: número total de individuos, D: índice de Simpson (dominancia), 1-D: índice de diversidad de Simpson, H': índice de Shannon-Wiener, D<sub>mg</sub>: índice de diversidad de Margalef.

| Índice                |        |
|-----------------------|--------|
| <i>S</i>              | 9      |
| <i>N</i>              | 25     |
| <i>D</i>              | 0.1645 |
| 1- <i>D</i>           | 0.8355 |
| <i>H'</i>             | 1.971  |
| <i>D<sub>mg</sub></i> | 2.551  |



En las siguientes tablas se muestran los mismos 3ndices por grupo de vertebrado.

**Tabla IV. 109** Cuadro resumen de los 3ndices de diversidad obtenidos para las 4 clases de vertebrados observados. S: n3mero de especies, N: n3mero total de individuos, D: 3ndice de Simpson (dominancia), 1-D: 3ndice de diversidad de Simpson, H': 3ndice de Shannon-Wiener, D<sub>mg</sub>: 3ndice de diversidad de Margalef.

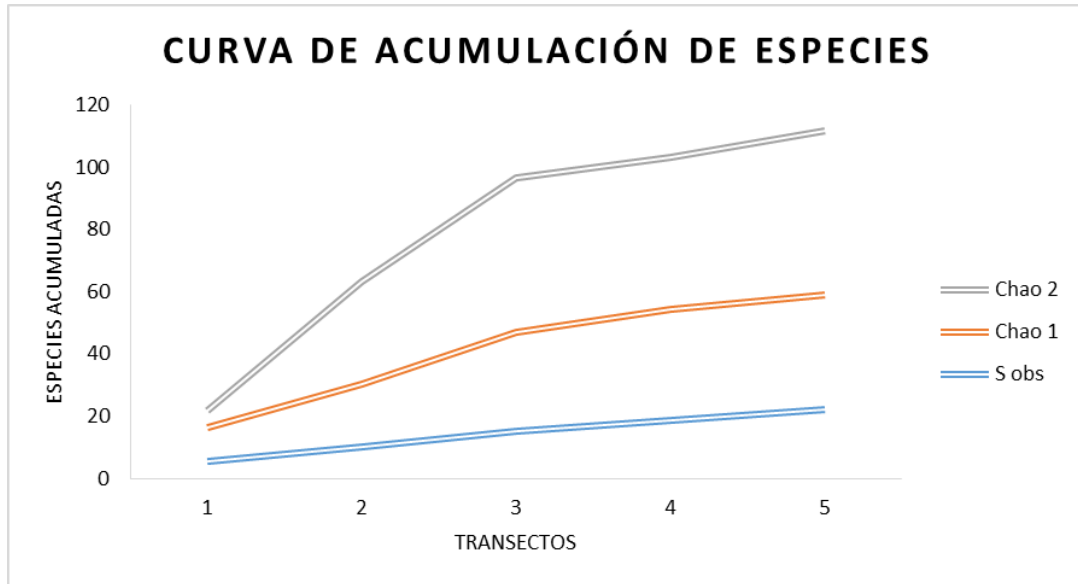
| 3ndice          | Reptilia | Mammalia | Aves   |
|-----------------|----------|----------|--------|
| S               | 2        | 1        | 6      |
| N               | 4        | 1        | 18     |
| D               | 0.625    | 1        | 0.2346 |
| 1-D             | 0.375    | 0        | 0.7654 |
| H'              | 0.5623   | 0        | 1.586  |
| D <sub>mg</sub> | 0.7213   | 0        | 1.73   |

#### d) Resultados del muestreo de la fauna en el pol3gono del proyecto

De acuerdo con la siguiente tabla, donde se compara el n3mero de especies registradas durante el muestreo y las especies estimadas y % de eficiencia de muestreo, para el estimador Chao 1 se alcanz3 una eficiencia de muestreo del 60%, sin embargo de acuerdo con el estimador Chao 2 la eficiencia de muestreo fue de 40%, de acuerdo con la siguiente figura, el gr3fico de la curva de acumulaci3n de especies solo demuestra la porci3n ascendente de la curva, iniciando la zona asint3tica, lo que sugiere la falta de registros de algunas especies dentro del pol3gono del proyecto.

**Tabla IV. 110** Porcentaje de eficiencia del muestreo.

| ssp<br>observadas<br>en pol3gono | ssp esperadas en<br>pol3gono |        | % de eficiencia |             |
|----------------------------------|------------------------------|--------|-----------------|-------------|
|                                  | Chao 1                       | Chao 2 | Chao 1          | Chao 2      |
| 22                               | 36.84                        | 52.6   | 0.597176982     | 0.418250951 |



**Figura IV. 139** Curva de acumulaci3n de especies para el muestreo realizado dentro del pol3gono del proyecto.

El resultado obtenido de la calidad del inventario biol3gico se podr3a considerar bueno debido a que el 3rea del proyecto se considera una isla o fragmento de vegetaci3n, la cual ha p3rdido la conectividad debido al desarrollo urbano dentro del SAR, por lo tanto la riqueza y abundancia de especies se podr3a considerar baja dentro del 3rea del proyecto.

#### **d.1) Vertebrados registrados en el pol3gono del proyecto**

Los vertebrados registrados en el pol3gono del proyecto corresponden a 28 especies de vertebrados contenidas en 73rdenes, 22 familias, y 26 g3neros (ver siguiente tabla), de los cuales la clase Reptilia se encuentra representada por 7 especies, un orden, cinco familias, y seis g3neros. La clase Mammalia, se encuentra contenida en dos3rdenes, tres familias, tres g3neros y tres especies. La clase Aves se encuentra representada por 18 especies, contenidas en 43rdenes, 14 familias y 17 g3neros. Adicionalmente se registraron 2 especies de aves fuera de las unidades de muestreo, las cuales solo son consideradas en la riqueza general de especies, m3s no en los an3lisis de diversidad.

Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B-Regional del proyecto  
**“Hotel Riviera Canc3n”**

**Tabla IV. 111** Especies de vertebrados observados durante los muestreos realizados para el pol3gono del proyecto. \*Especie observada fuera de las unidades de muestreo.

| CLASE        | ORDEN           | FAMILIA          | ESPECIE   | NOMBRE COM3N                  |
|--------------|-----------------|------------------|---|-------------------------------|
| REPTILIA     | Squamata        | Dactyloidae      | <i>Anolis rodriguezii</i> (Bocourt, 1873)                   | Abaniquillo liso del sureste  |
| REPTILIA     | Squamata        | Dactyloidae      | <i>Anolis sagrei</i> (Dum3ril & Bibron, 1837)               | Anolis pardo                  |
| REPTILIA     | Squamata        | Gekkonidae       | <i>Hemidactylus frenatus</i> (Schlegel, 1836)               | Cuija/besucona                |
| REPTILIA     | Squamata        | Corytophanidae   | <i>Basiliscus vittatus</i> (Wiegmann, 1828)                 | Toloque rayado                |
| REPTILIA     | Squamata        | Iguanidae        | <i>Ctenosaura similis</i> (Wiegmann, 1834)                  | Iguana negra de cola espinosa |
| REPTILIA     | Squamata        | Colubridae       | <i>Senticolis triaspis</i> (Cope, 1866)                     | Ratonera                      |
| REPTILIA     | Squamata        | Colubridae       | <i>Leptophis mexicanus</i> (Dum3ril & Bibron, 1854)         | Culebra perico mexicana       |
| MAMM<br>ALIA | Rodentia        | Cricetidae       | <i>Peromyscus yucatanicus</i> ( J.A. Allen & Chapman, 1897) | Rat3n yucateco                |
| MAMM<br>ALIA | Rodentia        | Cuniculidae      | <i>Cuniculus paca</i> (Linnaeus, 1766)                      | Tepezcuintle                  |
| MAMM<br>ALIA | Chiroptera      | Vespertilionidae | <i>Rhogeessa aeneus</i> (Goodwin, 1958)                     | Murci3lago amarillo yucateco  |
| AVES         | Accipitriformes | Accipitridae     | <i>Cathartes aura</i> (Linnaeus, 1758)                      | Zopilote aura                 |
| AVES         | Accipitriformes | Pandionidae      | <i>Pandion haliaetus</i> (Savigny, 1809)                    | 3guila pescadora              |
| AVES         | Passeriformes   | Icteridae        | <i>Dives dives</i> (Deppe, 1830)                            | Tordo cantor                  |
| AVES         | Passeriformes   | Icteridae        | <i>Icterus cucullatus</i> (Swainson, 1827)                  | Bolsero encapuchado           |
| AVES         | Passeriformes   | Corvidae         | <i>Cyanocorax yucatanicus</i> (Dubois, 1875)                | Chara yucateca                |

Documento Técnico Unificado (DTU) Modalidad B-Regional del proyecto  
**“Hotel Riviera Cancún”**

|             |                 |              |   |                     |
|-------------|-----------------|--------------|---|---------------------|
| <b>AVES</b> | Passeriformes   | Tyrannidae   | <i>Pitangus sulphuratus</i><br>(Linnaeus, 1766)       | Luis bienteveo      |
| <b>AVES</b> | Passeriformes   | Tyrannidae   | <i>Myiarchus tyrannulus</i> (Statius<br>Müller, 1776) | Papamoscas tirano   |
| <b>AVES</b> | Passeriformes   | Mimidae      | <i>Mimus gilvus</i> (Vieillot, 1808)                  | Centzontle tropical |
| <b>AVES</b> | Passeriformes   | Cardinalidae | <i>Piranga rubra</i> (Linnaeus, 1758)                 | Tángara roja        |
| <b>AVES</b> | Passeriformes   | Parulidae    | <i>Dendroica magnolia</i> (Wilson,<br>1811)           | Chipe de magnolia   |
| <b>AVES</b> | Passeriformes   | Parulidae    | <i>Parkesia motacilla</i> (Vieillot,<br>1809)         | Chipe arroyero      |
| <b>AVES</b> | Passeriformes   | Parulidae    | <i>Parkesia noveboracensis</i> (Gmelin, 1789)         | Chipe carquero      |
| <b>AVES</b> | Passeriformes   | Vireonidae   | <i>Vireo flavoviridis</i> (Cassin, 1851)              | Vireo verdeamarillo |
| <b>AVES</b> | Passeriformes   | Geothlypis   | <i>Oporornis<br/>philadelphia</i> (Wilson, 1810)      | Chipe enlutado      |
| <b>AVES</b> | Passeriformes   | Hirundinidae | <i>Hirundo sp.</i>                                    | Golondrina          |
| <b>AVES</b> | Passeriformes   | Turdidae     | <i>Catharus ustulatus</i> (Nuttall,<br>1840)          | Zorzal de Swainson  |
| <b>AVES</b> | Suliformes      | Fregatidae   | <i>Fregata<br/>magnificens</i> (Mathews, 1914)        | Fregata magnífica   |
| <b>AVES</b> | Pelecaniformes  | Pelecanidae  | <i>Pelecanus occidentalis</i> *(Linnaeus,<br>1766)    | Pelícano pardo      |
| <b>AVES</b> | Columbiformes   | Columbidae   | <i>Zenaida macroura</i> (Linnaeus,<br>1758)           | Paloma huilota      |
| <b>AVES</b> | Charadriiformes | Charadriidae | <i>Charadrius melodus</i> *(Ord,<br>1824)             | Chorlo chiflador    |

## d.2) Reptilia

En el pol3gono del proyecto se observaron 7 especies de la Clase Reptilia, el total de individuos registrados para este grupo corresponden a 46, en t3rminos de porcentaje de abundancia relativa dentro del pol3gono del proyecto el 45% de los reptiles se encuentra representada por la especie *Anolis rodriguezii*, mientras que el 30% corresponde a *Ctenosaura similis*, las cuales representan el 75% de la clase dentro del pol3gono.

**Tabla IV. 112** Especies de Reptiles (Chordata: Vertebrata) observadas en el pol3gono del proyecto; *ni*= n3mero de individuos de la especie *i* (frecuencia). *N*= n3mero total de individuos, *S*= n3mero de especies.

| ID | Especie                      | Pol3gono  |            |
|----|------------------------------|-----------|------------|
|    |                              | <i>ni</i> | <i>pi</i>  |
| 1  | <i>Anolis rodriguezii</i>    | 21        | 0.45652174 |
| 2  | <i>Anolis sagrei</i>         | 5         | 0.10869565 |
| 3  | <i>Anolis tropidonotus</i>   | 0         | 0          |
| 4  | <i>Hemidactylus frenatus</i> | 1         | 0.02173913 |
| 5  | <i>Basiliscus vittatus</i>   | 3         | 0.06521739 |
| 6  | <i>Ctenosaura similis</i>    | 14        | 0.30434783 |
| 7  | <i>Senticolis triaspis</i>   | 1         | 0.02173913 |
| 8  | <i>Leptophis mexicanus</i>   | 1         | 0.02173913 |
|    |                              | <b>N=</b> | <b>46</b>  |
|    |                              | <b>S=</b> | <b>7</b>   |

## d.3) Mammalia

Los mam3feros registrados dentro de las unidades de muestreo para el pol3gono del proyecto, est3n integrado por 3 especies representadas por 3 individuos, las 3 especies de mam3feros registradas representan el 33.33% del IART.

**Tabla IV. 113** Especies de Mam3feros (Chordata: Vertebrata) observadas en el pol3gono del proyecto;  $ni$ = n3mero de individuos de la especie  $i$  (frecuencia).  $N$ = n3mero total de individuos,  $S$ = n3mero de especies.

| Especie                       | Pol3gono |            |
|-------------------------------|----------|------------|
|                               | $ni$     | $pi$       |
| <i>Peromyscus yucatanicus</i> | 1        | 0.33333333 |
| <i>Cuniculus paca</i>         | 1        | 0.33333333 |
| <i>Rhogeessa aeneus</i>       | 1        | 0.33333333 |
| <b>N=</b>                     | <b>3</b> |            |
| <b>S=</b>                     | <b>3</b> |            |

#### d.4) Aves

Dentro de las unidades de muestreo del pol3gono del proyecto se registraron 18 especies, representadas por 42 individuos. En t3rminos de abundancia relativa, la especie m3s abundante corresponde a *Fregata magnificens* que concentra el 38.1% de la abundancia relativa, mientras que la especie *Hirundo sp.* concentra el 11. 9% del 3ndice de abundancia relativa expresado en porcentaje, siendo estas dos las especies mejor representadas dentro del pol3gono del proyecto, el resto de las especies concentran rangos menores al 4%.

**Tabla IV. 114.** Especies de Aves (Chordata: Vertebrata) observadas para el pol3gono del proyecto "Hotel Riviera Canc3n";  $ni$ = n3mero de individuos de la especie  $i$  (frecuencia),  $pi$ : abundancia relativa de la especie  $i$  ( $pi=ni/N$ ).  $N$ = n3mero total de individuos,  $S$ = n3mero de especies.

| ID | Especie                       | Pol3gono |            |
|----|-------------------------------|----------|------------|
|    |                               | $ni$     | $pi$       |
| 1  | <i>Cathartes aura</i>         | 2        | 0.04761905 |
| 2  | <i>Dives dives</i>            | 2        | 0.04761905 |
| 3  | <i>Icterus cucullatus</i>     | 1        | 0.02380952 |
| 4  | <i>Cyanocorax yucatanicus</i> | 2        | 0.04761905 |

Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B-Regional del proyecto  
**“Hotel Riviera Canc3n”**

|    |                                  |           |            |
|----|----------------------------------|-----------|------------|
| 5  | <i>Myiarchus tyrannulus</i>      | 1         | 0.02380952 |
| 6  | <i>Mimus gilvus</i>              | 2         | 0.04761905 |
| 7  | <i>Piranga rubra</i>             | 1         | 0.02380952 |
| 8  | <i>Dendroica magnolia</i>        | 1         | 0.02380952 |
| 9  | <i>Dendroica petechia</i>        | 0         | 0          |
| 10 | <i>Pitangus sulphuratus</i>      | 1         | 0.02380952 |
| 11 | <i>Parkesia motacilla</i>        | 1         | 0.02380952 |
| 12 | <i>Pandion heliatus</i>          | 1         | 0.02380952 |
| 13 | <i>Parkesia noveboracensis</i>   | 1         | 0.02380952 |
| 14 | <i>Hirundo sp.</i>               | 5         | 0.11904762 |
| 15 | <i>Vireo flavoviridis</i>        | 1         | 0.02380952 |
| 16 | <i>Oporornis philadelphia</i>    | 1         | 0.02380952 |
| 17 | <i>Catharus ustulatus</i>        | 2         | 0.04761905 |
| 18 | <i>Fregata magnificens</i>       | 16        | 0.38095238 |
| 19 | <i>Zenaida macroura</i>          | 1         | 0.02380952 |
| 20 | <i>Melanerpes pygmaeus</i>       | 0         | 0          |
| 21 | <i>Arenaria interpres</i>        | 0         | 0          |
| 22 | <i>Phalacrocorax brasilianus</i> | 0         | 0          |
|    | <b>N=</b>                        | <b>42</b> |            |
|    | <b>S=</b>                        | <b>18</b> |            |

#### d.5) Estimadores de Diversidad

En la siguiente tabla se muestran los valores obtenidos de los diferentes estimadores de diversidad.



Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B-Regional del proyecto  
**“Hotel Riviera Canc3n”**

**Tabla IV. 115.** 3ndices de diversidad obtenidos para los vertebrados observados en el pol3gono del proyecto.

S: n3mero de especies, N: n3mero total de individuos, D: 3ndice de Simpson (dominancia), 1-D: 3ndice de diversidad de Simpson, H': 3ndice de Shannon-Wiener, D<sub>mg</sub>: 3ndice de diversidad de Margalef.

| 3ndice                | Pol3gono | SAR    |
|-----------------------|----------|--------|
| <b>S</b>              | 28       | 9      |
| <b>N</b>              | 91       | 25     |
| <b>D</b>              | 0.1194   | 0.1648 |
| <b>1-D</b>            | 0.8806   | 0.8352 |
| <b>H'</b>             | 2.626    | 1.958  |
| <b>D<sub>mg</sub></b> | 5.986    | 2.485  |

Los 3ndices de diversidad del pol3gono del proyecto evidencian valores de diversidad media. La Clase Reptilia en el pol3gono del proyecto obtiene valores bajos, que evidencian una baja diversidad D<sub>mg</sub> (1.567), al igual que la clase Mammalia (1.82), mientras que la clase de Aves obtiene valores medios D<sub>mg</sub> (4.548).

**Tabla IV. 116.** Cuadro resumen de los 3ndices de diversidad obtenidos para las 4 clases de vertebrados observados en el pol3gono del proyecto. S: n3mero de especies, N: n3mero total de individuos, D: 3ndice de Simpson (dominancia), 1-D: 3ndice de diversidad de Simpson, H': 3ndice de Shannon-Wiener, D<sub>mg</sub>: 3ndice de diversidad de Margalef.

| 3ndice                | Pol3gono |          |        |
|-----------------------|----------|----------|--------|
|                       | Reptilia | Mammalia | Aves   |
| <i>S</i>              | 7        | 3        | 18     |
| <i>N</i>              | 46       | 3        | 42     |
| <i>D</i>              | 0.3185   | 0.3333   | 0.1769 |
| 1- <i>D</i>           | 0.6815   | 0.6667   | 0.8231 |
| <i>H'</i>             | 1.389    | 1.099    | 2.325  |
| <i>D<sub>mg</sub></i> | 1.567    | 1.82     | 4.548  |

**e) Especies de fauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el SAR-AE**

De los registros de especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 3nicamente se tiene la especie *Bassariscus sumichrasti* (Cacomixtle tropical), que se encuentra en la categor3a de protecci3n especial (PR).

Cabe indicar que esta especie se asocia a selvas altas y lugares densamente arbolados y h3medos. Actualmente se encuentra distribuida en los estados de Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Quintana Roo y Veracruz. Esta especie se podr3a decir que es nativa de M3xico pero no es end3mica.



Figura IV. 140 *Bassariscus sumichrasti*

**f) Especies de fauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el pol3gono del proyecto**

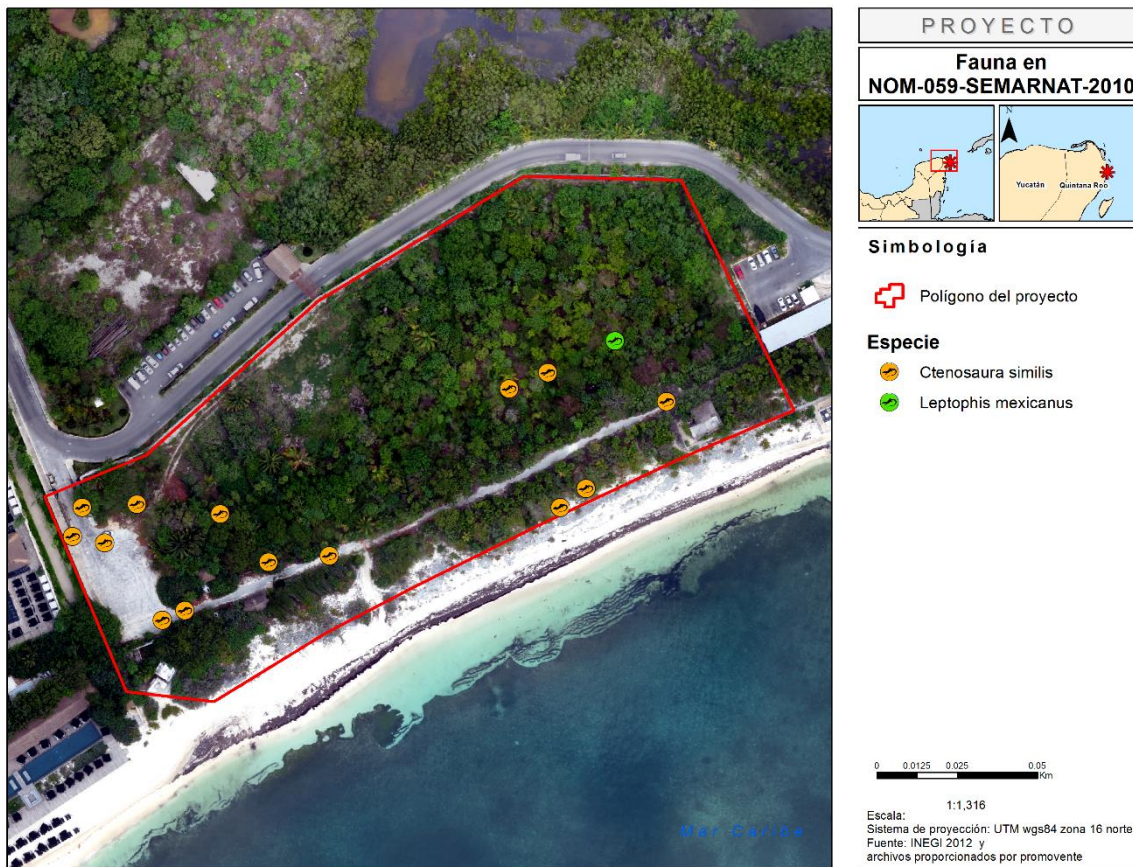
Dentro del pol3gono del proyecto se registraron dos especies catalogadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, y corresponden a la clase Reptilia. Estas especies son

*Ctenosaura similis* y *Leptophis mexicanus* que de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, se encuentran en el estatus de Amenazadas. Es importante resaltar que la especie *Ctenosaura similis* tuvo alta abundancia de individuos dentro de la zona muestreada.

**Tabla IV. 117.** Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 observadas en las 3reas de muestreo del pol3gono del proyecto. \*Especies end3micas. Pr= Especie sujeta a protecci3n especial, A=Amenazada.

| CLASE                      | ESPECIE                   | COORDENADAS |         | NOM-059-SEMARNAT-2010 | UBICACI3N |
|----------------------------|---------------------------|-------------|---------|-----------------------|-----------|
|                            |                           | X           | Y       |                       |           |
| REPTILIA                   | <i>Ctenosaura similis</i> | 522183      | 2325629 | A                     | Pol3gono  |
|                            | <i>Ctenosaura similis</i> | 522173      | 2325617 | A                     | Pol3gono  |
|                            | <i>Ctenosaura similis</i> | 522166      | 2325628 | A                     | Pol3gono  |
|                            | <i>Ctenosaura similis</i> | 522348      | 2325661 | A                     | Pol3gono  |
|                            | <i>Ctenosaura similis</i> | 522299      | 2325665 | A                     | Pol3gono  |
|                            | <i>Ctenosaura similis</i> | 522209      | 2325626 | A                     | Pol3gono  |
|                            | <i>Ctenosaura similis</i> | 522224      | 2325611 | A                     | Pol3gono  |
|                            | <i>Ctenosaura similis</i> | 522198      | 2325596 | A                     | Pol3gono  |
|                            | <i>Ctenosaura similis</i> | 522191      | 2325593 | A                     | Pol3gono  |
|                            | <i>Ctenosaura similis</i> | 522315      | 2325628 | A                     | Pol3gono  |
|                            | <i>Ctenosaura similis</i> | 522323      | 2325634 | A                     | Pol3gono  |
|                            | <i>Ctenosaura similis</i> | 522243      | 2325613 | A                     | Pol3gono  |
|                            | <i>Ctenosaura similis</i> | 522163      | 2325619 | A                     | Pol3gono  |
|                            | <i>Ctenosaura similis</i> | 522311      | 2325670 | A                     | Pol3gono  |
| <i>Leptophis mexicanus</i> | 522332                    | 2325680     | A       | Pol3gono              |           |

En la siguiente figura se puede observar en el pol3gono del proyecto la distribuci3n de las especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, estas especies se asocian a manchones de vegetaci3n aislados.



**Figura IV. 141** Distribuci3n de las especies bajo alguna categorí a de riesgo en el polígono del proyecto.

La especie *Leptophis mexicanus* mejor conocida como culebra perico mexicana (ver siguiente figura), se le encuentra en selvas altas, medianas y bajas, o en bosques espinosos o palmares. Tiene una amplia distribuci3n y se le ha registrado en los estados de Campeche, Nayarit, San Luis Potosí, Jalisco, Tamaulipas, Puebla, Guerrero, Veracruz, Oaxaca, Tabasco, Chiapas, Yucatán y Quintana Roo. Cabe destacar que esta especie no es endémica de México.





Figura IV. 142 *Leptophis mexicanus*.

*Ctenosaura similis* o mejor conocida como iguana negra de cola espinosa (ver siguiente figura) es una especie que no es end3mica de M3xico y tiene una amplia distribuci3n, principalmente en los estados de Campeche, Chiapas, Guerrero, Michoac3n, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucat3n.



Figura IV. 143 *Ctenosaura similis*.

### g) Estacionalidad de aves

Durante los muestreos de vertebrados en el pol3gono del proyecto se observaron 20 especies de aves, de las cuales 18 fueron observadas dentro de las unidades de muestreo y 2 fuera de las mismas. De estas especies 10 son residentes (50 %), 9 especies son migratorias (45%), y una no se determin3 ya que no fue posible identificarla a nivel de especie.

**Tabla IV. 118** Estacionalidad de las aves registradas durante los muestreos de vertebrados silvestres para el pol3gono del proyecto, M=Migratorio, R=Residente. \*Especie observada fuera de las unidades de muestreo.

| CLASE | ORDEN           | FAMILIA      | ESPECIE                        | NOMBRE COM3N        | ESTACIONALIDAD |
|-------|-----------------|--------------|--------------------------------|---------------------|----------------|
| AVES  | Accipitriformes | Accipitridae | <i>Cathartes aura</i>          | Zopilote aura       | R              |
| AVES  | Accipitriformes | Pandionidae  | <i>Pandion heliaetus</i>       | 3guila pescadora    | M              |
| AVES  | Passeriformes   | Icteridae    | <i>Icterus cucullatus</i>      | Bolsero encapuchado | R              |
| AVES  | Passeriformes   | Corvidae     | <i>Cyanocorax yucatanicus</i>  | Chara yucateca      | R              |
| AVES  | Passeriformes   | Tyrannidae   | <i>Myiarchus tyrannulus</i>    | Papamoscas tirano   | R              |
| AVES  | Passeriformes   | Mimidae      | <i>Mimus gilvus</i>            | Centzontle tropical | R              |
| AVES  | Passeriformes   | Cardinalidae | <i>Piranga rubra</i>           | T3ngara roja        | M              |
| AVES  | Passeriformes   | Parulidae    | <i>Dendroica magnolia</i>      | Chipe de magnolia   | M              |
| AVES  | Passeriformes   | Parulidae    | <i>Parkesia motacilla</i>      | Chipe arroyero      | M              |
| AVES  | Passeriformes   | Parulidae    | <i>Parkesia noveboracensis</i> | Chipe carquero      | M              |
| AVES  | Passeriformes   | Vireonidae   | <i>Vireo flavoviridis</i>      | Vireo verdeamarillo | R              |
| AVES  | Passeriformes   | Geothlypis   | <i>Oporornis philadelphia</i>  | Chipe enlutado      | M              |

Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B-Regional del proyecto  
**“Hotel Riviera Canc3n”**

| CLASE | ORDEN           | FAMILIA      | ESPECIE                        | NOMBRE COM3N       | ESTACIONALIDAD |
|-------|-----------------|--------------|--------------------------------|--------------------|----------------|
| AVES  | Passeriformes   | Turdidae     | <i>Catharus ustulatus</i>      | Zorzal de Swainson | M              |
| AVES  | Suliformes      | Fregatidae   | <i>Fregata magnificens</i>     | Fregata magnifica  | R              |
| AVES  | Pelecaniformes  | Pelecanidae  | <i>Pelecanus occidentalis*</i> | Pel3cano pardo     | R              |
| AVES  | Columbiformes   | Columbidae   | <i>Zenaida macroura</i>        | Paloma huilota     | M              |
| AVES  | Charadriiformes | Charadriidae | <i>Charadrius melodus*</i>     | Chorlo chiflador   | M              |
| AVES  | Passeriformes   | Hirundinidae | <i>Hirundo sp.</i>             | Gaviota            | ND             |
| AVES  | Passeriformes   | Icteridae    | <i>Dives dives</i>             | Tordo cantor       | R              |
| AVES  | Passeriformes   | Tyrannidae   | <i>Pitangus sulphuratus</i>    | Luis grande        | R              |

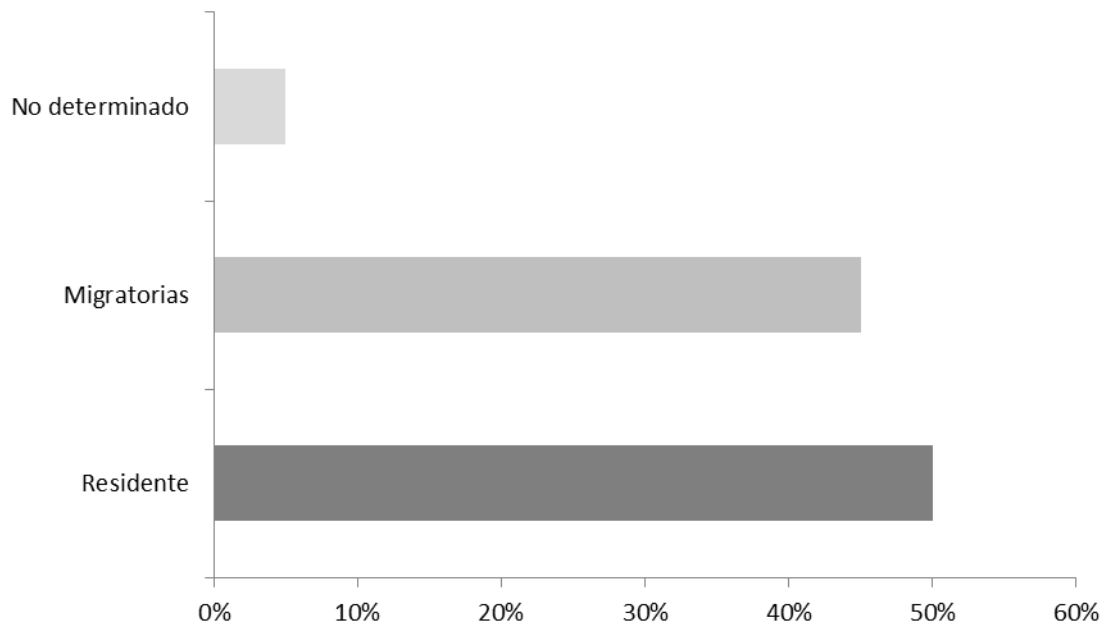


Figura IV. 144 Estacionalidad expresada en porcentaje de las aves registradas en el pol3gono del proyecto.

## h) Madrigueras y nidos

Se georreferenciaron 11 madrigueras dentro del pol3gono del proyecto, mientras que en el SAR se georreferenci3 1 madriguera y 1 nido, Las madrigueras presentes en el pol3gono del proyecto se encontraron vac3as al momento de examinarlas; sin embargo, se observ3 que dichas madrigueras pertenecen a las especies de *Ctenosaura similis*, esto pudiera deberse a la temporada en la que se realiz3 el muestreo. En la siguiente tabla y figura se muestran los registros georreferenciados de las madrigueras y nidos observados durante los muestreos de fauna.

**Tabla IV. 119** Madrigueras y nidos georreferenciados durante el muestreo de vertebrados silvestres en las unidades de muestreo del pol3gono del proyecto y SAR. ID=Identificador.

| ID | NOMBRE        | X      | Y       | Ubicaci3n |
|----|---------------|--------|---------|-----------|
| 1  | Madriguera 1  | 552312 | 2325681 | Pol3gono  |
| 2  | Madriguera 2  | 552286 | 2325668 | Pol3gono  |
| 3  | Madriguera 3  | 552261 | 2325671 | Pol3gono  |
| 4  | Madriguera 4  | 522251 | 2325667 | Pol3gono  |
| 5  | Madriguera 5  | 552231 | 2325637 | Pol3gono  |
| 6  | Madriguera 6  | 552226 | 2325631 | Pol3gono  |
| 7  | Madriguera 7  | 522184 | 2325587 | Pol3gono  |
| 8  | Madriguera 8  | 522215 | 2325641 | Pol3gono  |
| 9  | Madriguera 9  | 522252 | 2325689 | Pol3gono  |
| 10 | Madriguera 10 | 522266 | 2325702 | Pol3gono  |
| 11 | Madriguera 11 | 522252 | 2325701 | Pol3gono  |
| 12 | Madriguera 12 | 522083 | 2325947 | SAR       |
| 13 | Nido1         | 517104 | 2333076 | SAR       |



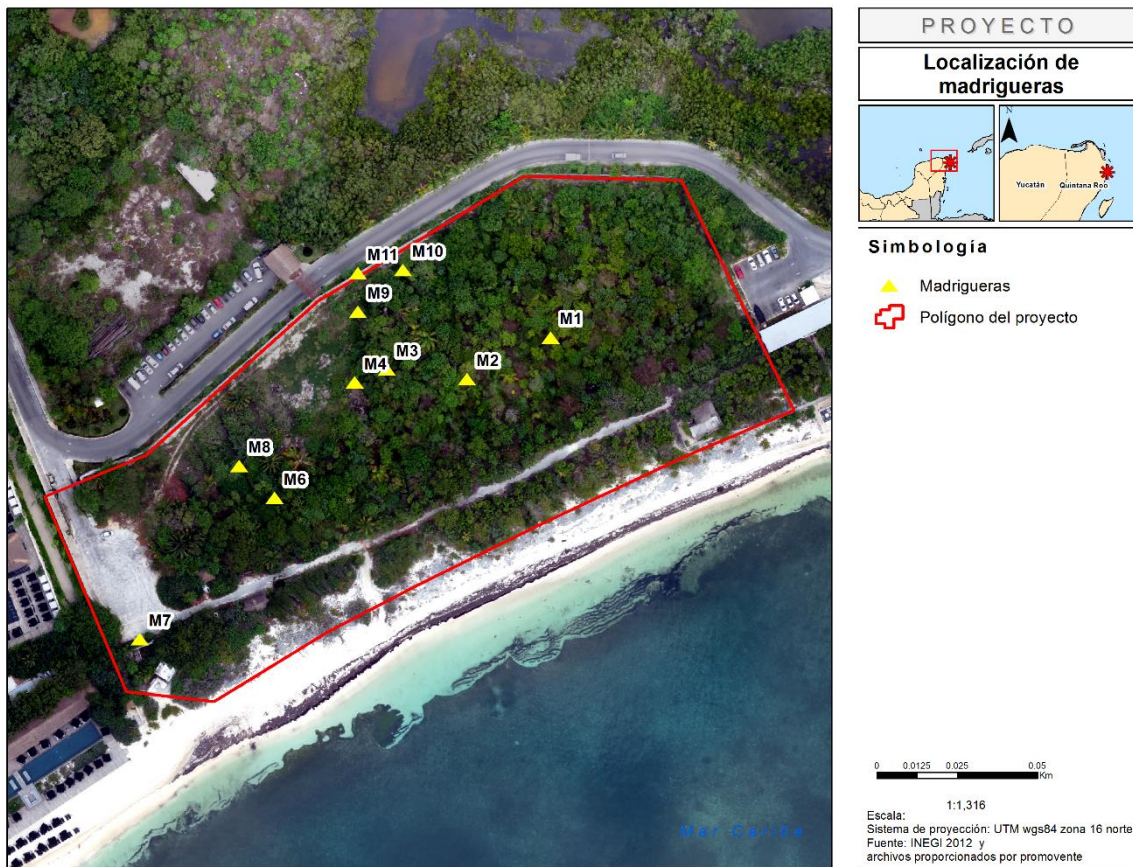


Figura IV. 145. Localizaci3n de las Madrigueras /Nidos registrados en el pol3gono del proyecto.

## IV.8. Medio socioecon3mico

Dentro del presente apartado, se describen las caracter3sticas del medio socioecon3mico a nivel del SAR y 3rea de estudio, sin embargo, debido a que el sitio del proyecto tiene una fuerte influencia del proceso de urbanizaci3n del corredor tur3stico Canc3n-Tul3m, es necesario mencionar que las condiciones actuales responden a este proceso, motivo por el cual la escala de la caracterizaci3n en el componente social y econ3mico v3 mas all3 que el mismo SAR.

Canc3n es reconocida como zona metropolitana y de aglomeraci3n urbana, por t3rminos de su importancia para la pol3tica urbana. Tambi3n se considera como Centro Estatal de Servicios que es la jerarqu3a m3s alta de los Centros de Poblaci3n estrat3gicos.

### **V3as de comunicaci3n**

A nivel macro, el estado de Quintana Roo se integra a la red nacional de carreteras por medio de autopistas federales con los estado de Yucat3n y Campeche, adem3s de las interconexiones con los pa3ses de Belice y Guatemala.

La red troncal en Quintana Roo se compone por 4 carreteras a cargo del Gobierno Federal con una longitud aproximada de 952 km y una autopista de 88 km en la parte estatal que comunica a Canc3n con M3rida.

A nivel regional, Canc3n se conecta por tres medios:

#### *Terrestre*

Por medio terrestre se conecta a trav3s de la carretera 307(Chetumal – Puerto Ju3rez) y la carretera 180 (Canc3n – M3rida, libre y cuota); a la cual se integran el resto de carreteras principales.

#### *A3rea*

Por medio de la v3a a3rea Canc3n cuenta con un aeropuerto internacional, con dos pistas para operaciones simult3neas que permiten 80 operaciones por hora, siendo el segundo con mayor tr3fico a3reo de pasajeros en M3xico y el primero en lo que se refiere a operaciones de vuelos de l3neas internacionales.

### *Marítima*

Los Puertos más cercanos al 3rea del proyecto se localizan los puertos de Punta Sam, Canc3n, Puerto Morelos, Playa del Carmen, Punta Venado, Isla Mujeres y Cozumel, que permiten enlazar sus porciones insular y continental.

El Puerto de Canc3n, tiene las instalaciones n3uticas que permiten el enlazamiento con Isla Mujeres y permite el tr3nsito de personas entre ambos destinos.

En el 3rea del proyecto, la principal v3a de acceso es a trav3s del Boulevard Kukulc3n y de ah3 a la calle denominada Punta Nizuc, por lo que el proyecto no requerir3 de la construcci3n de vialidades de acceso.

### **Servicios urbanos**

#### *Luz el3ctrica*

La energ3a el3ctrica en Quintana Roo se encuentra a cargo por la CFE, la cual se encarga de generar, transmitir, distribuir y comercializar este servicio. Su infraestructura principal es con base en seis centrales generadoras; de las cuales dos se localizan en Benito Ju3rez en la ciudad de Canc3n y tienen una capacidad de 102 Mw y 88 Mw (PDUCP, 2014-2030).

Seg3n datos de la CFE al a3o 2011, la infraestructura en la zona de los municipios Benito Ju3rez e Isla Mujeres, cuenta con 18 subestaciones de distribuci3n, 12,515 km de l3nea el3ctrica, 96 circuitos de media tensi3n, 10,117 transformadores de distribuci3n, 3,283 transformadores particulares, 1 servicio en alta tensi3n.

El proyecto se abastecer3 de la red electrica municipal para efectos de la red el3ctrica de edificaci3n.

### *Agua*

Las fuentes de abastecimiento del agua para el Centro de Poblaci3n de Canc3n provienen de baterías de pozos localizadas al poniente de la ciudad, que por acueductos localizados al costado de la carretera Canc3n – M3rida, la Avenida Jos3 L3pez Portillo, el Boulevard Luis Donald Colosio y el Boulevard Kukulc3n, conducen el agua hacia las diversas zonas de la ciudad.

De acuerdo a datos de INEGI 2010, en Canc3n existen 18,454 viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada y se ubican principalmente en las zonas norte, sur y poniente de la ciudad. La falta de eficiencia en el servicio no se debe a la falta o escasez del recurso sino a la antigüedad de la red que genera fugas; la reducci3n del diámetro en las paredes de las tuberías debido a que las propiedades químicas del agua favorecen la acumulaci3n de "sarro" (carbonatos de calcio); y que en la actualidad la infraestructura opera por encima de su diseño te3rico.

De acuerdo con el documento "Los retos del agua en Quintana Roo" elaborado por el Gobierno del estado (2006), señaala que en la entidad existe una disponibilidad de agua de 2,959 m3/hab/año. De este volumen, la poblaci3n utiliza el 13% del agua, por lo que se cuenta con suficiente líquido por lo menos para los próximos 20 años (PDUCP, 2014-2030).

El proyecto por su parte, contar3 con pozos de aprovechamiento que por medio de plantas desalinizadoras, ser3 posible obtener agua potable. El proyecto se ajustar3 a las **NOM-003-CNA-1996** y la **NOM-004-CNA-1996** el primero indica los lineamientos para la construcci3n de pozos de extracci3n de agua y evitar su contaminaci3n, y el segundo requisitos para la protecci3n de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitaci3n de pozos de extracci3n de agua y para el cierre de pozos en general.

### *Drenaje*

El sistema de red sanitaria en el centro de poblaci3n se conforma por 11 plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) casi todas en la zona centro y norte del 3rea de estudio con un total de 8 unidades; de las cuales 6 fueron construidas en los a3os de 1993 a 2003.

La Zona Hotelera cuenta con diversas unidades para completar este sistema de red sanitario. Esta cantidad de plantas de tratamiento de aguas residuales del municipio de Benito Ju3rez cuenta con el 50% de la Regi3n Caribe Norte, lo que representa el 73% del volumen de tratamiento de la regi3n (PDUCP, 2014-2030).

En la Zona Hotelera se tienen 10 zonas con c3rcamos y estaciones de bombeo, para dirigir la materia hacia las plantas de tratamiento mencionadas con anterioridad. El resto del centro de poblaci3n cuenta con 52 unidades. Los pozos de visita de colector se localizan en el 3rea centro con un total de 24 unidades (PDUCP, 2014-2030).

Existen zonas de la parte norte, sur y poniente que no disponen de este servicio y se conectan a fosas s3pticas o realizan su disposici3n al aire libre, principalmente en las zonas de asentamientos irregulares y Alfredo V. Bonfil.

De acuerdo con la proyecci3n realizada para el PDU del Centro de Poblaci3n de Canc3n, result3 que la zona hotelera cuenta con cisternas de almacenamiento que permiten una capacidad de regulaci3n importante.

Actualmente la zona hotelera de Canc3n se abastece por una l3nea de conducci3n que corre a lo largo del Boulevard Kukulc3n y cuenta con dos puntos de conexi3n a la red municipal, uno por el entronque al aeropuerto, con un di3metro de 20 plg, y otro por el km 0+000 del Boulevard Kukulc3n, en un di3metro de 24 plg.

### *Manejo y disposici3n de Residuos s3lidos*

La basura es uno de los problemas que m3s aquejan a toda la península, principalmente porque la t3cnica m3s utilizada para la disposici3n de los residuos s3lidos municipales es la creaci3n de rellenos sanitarios. La implementaci3n de este tipo de sistemas es costosa; asimismo, la elecci3n de los sitios es complicada. La posibilidad de que los rellenos sanitarios terminen afectando la Laguna de Nichupt3, y 3sta lo transmite al Parque es tambi3n un problema para los pol3gonos de Canc3n y de Punta Nizuc.

Datos arrojados por la Soluci3n Integral de Residuos S3lidos Urbanos, Canc3n-SIRESOL (2014), explica la capacidad del CIMIRS (Centro Intermunicipal para el Manejo de Residuos S3lidos) el cual fue inaugurado en abril del 2013 (PDUCP, 2014-2030).

Se indica que este proyecto de manejo de residuos municipales contempla en su primera etapa la construcci3n de infraestructura para el confinamiento de RSU operado con la t3cnica combinada de trinchera y 3rea. En sus etapas posteriores ser3 operado bajo el esquema de relleno sanitario seco, lo que permitir3 un aumento en la vida 3til de las celdas de relleno sanitario.

Actualmente el CIMIRS recibe diariamente la cantidad aproximada de 1100 toneladas diarias de las cuales la Zona Hotelera de Canc3n aporta un promedio diario de 150 toneladas de RSU (PDUCP, 2014-2030).

Con base en la informaci3n de recolecci3n y disposici3n de RSU correspondiente a las rutas de la Zona Hotelera indica un aumento gradual del 2014 al 2030, en la construcci3n de cuartos de hotel. Para el final de este periodo supondr3a un incremento de volumen ocupado por los RSU provenientes de la Zona Hotelera de un 18% aproximadamente (con base en el n3mero de cuartos de hotel totales del techo m3ximo normativo expresado en

el Cuadro 30), lo que equivale a la disminución de 2 meses y medio en la vida útil de las celdas de disposición final del CIMIRS (PDUCP, 2014-2030).

Durante la etapa de operación del proyecto, los residuos sólidos urbanos serán resguardados en un almacén especial, cuyo manejo será llevado a cabo por una empresa especializada. La disposición final de los residuos formará parte de éstos RS que maneja el municipio.

### **Actividades económicas**

Por su ubicación en la costa del Caribe mexicano y su inserción en la barrera arrecifal mesoamericana, el estado de Quintana Roo ofrece una amplia gama de actividades náuticas que se han desarrollado en los últimos 25 años, y se han orientado fundamentalmente hacia las actividades náutico-recreativas, como son la pesca deportiva (prohibida en el Parque), buceo, recorridos escénicos, recorridos por la jungla, velerismo, yatismo y motodeslizadores.

El turismo es la actividad económica que mayor número de empleos genera y ubica al estado de Quintana Roo en una condición privilegiada, ya que a nivel estadístico presenta valores como de pleno empleo.

La pesca ocupa el segundo lugar en los ingresos de Cancún e Isla Mujeres, tomando en consideración que, según datos de INEGI (1995), el volumen de captura pesquera fue de 4,419 toneladas, con un valor de captura de \$73' 928,000.00.

Otras actividades económicas importantes en la región son la actividad forestal, la carga marítima y la carga aérea transportadas, en su mayoría orientada a abastecer al polo turístico.



### **Problem3ticas sociales**

A nivel nacional, la estructura urbana de la macro regi3n es relativamente pobre y mal distribuida, lo que dificulta conectar los grandes espacios marginados y a la vez densamente poblados. Esto genera situaciones de inequidad ya que el crecimiento se concentra en centros urbanos, como Canc3n, M3rida, Villahermosa o ciudad de Carmen, que a su vez generan presiones sobre el entorno social, econ3mico y natural, con lo que se reducen posibilidades de un desarrollo urbano sustentable.

A nivel municipal, Benito Ju3rez donde se localiza Canc3n, es reconocido como un municipio de destino turistico internacional, sin embargo parte de las dificultades urbanas es que el 50% de la poblaci3n del estado de Quintana Roo se concentran en la cabecera municipal – Canc3n.

De acuerdo con INEGI, la poblaci3n del municipio en 2005 era de 572,963 habitantes y para el 2010 aumenta a 661,176 habitantes. Para el a3o 2020 se estima que la poblaci3n supere 1 mill3n y para 2030 m3s de 1.5 millones de habitantes.

Lo anterior, representa un reto para el estado, porque implica cubrir una mayor demanda en el abasto de servicios urbanos (agua, luz, drenaje, entre otros).

### **Localidades indigenas**

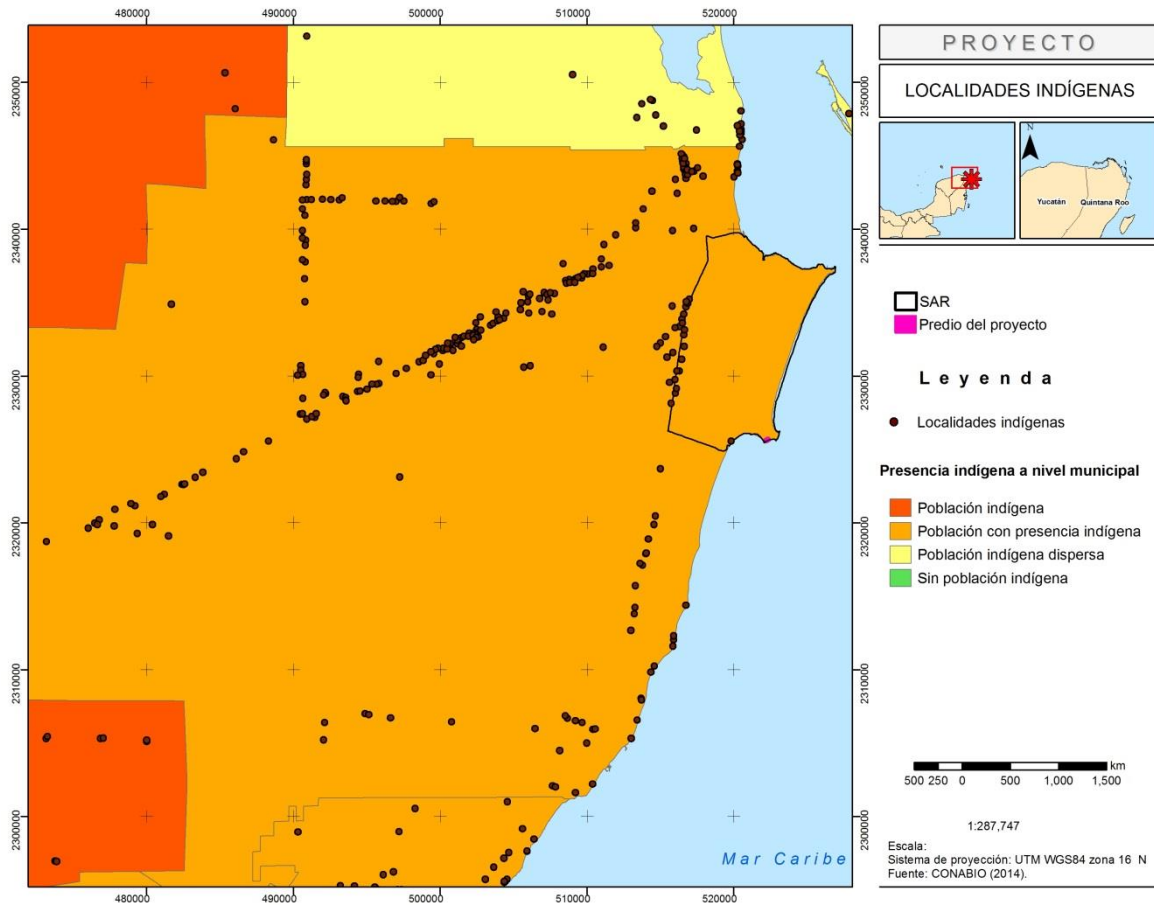
La presencia de los grupos mayas radica desde el a3o 200 antes de Cristo. Habitaban cerca de los puertos y su principal actividad era la pesca y la recolecci3n de moluscos.

La posici3n geogr3fica de Canc3n fue lo que permiti3 tener un papel preponderante en el intercambio comercial, no s3lo con los puertos de la península de Yucat3n sino tambi3n con sitios lejanos como Naco en Honduras, y Xicalango en la costa del Golfo de M3xico.

Con la llegada de los espa1oles, es que los grupos ind3genas mayas se tuvieron que replegar tierra adentro y abandonar buena parte de sus antiguos puertos.

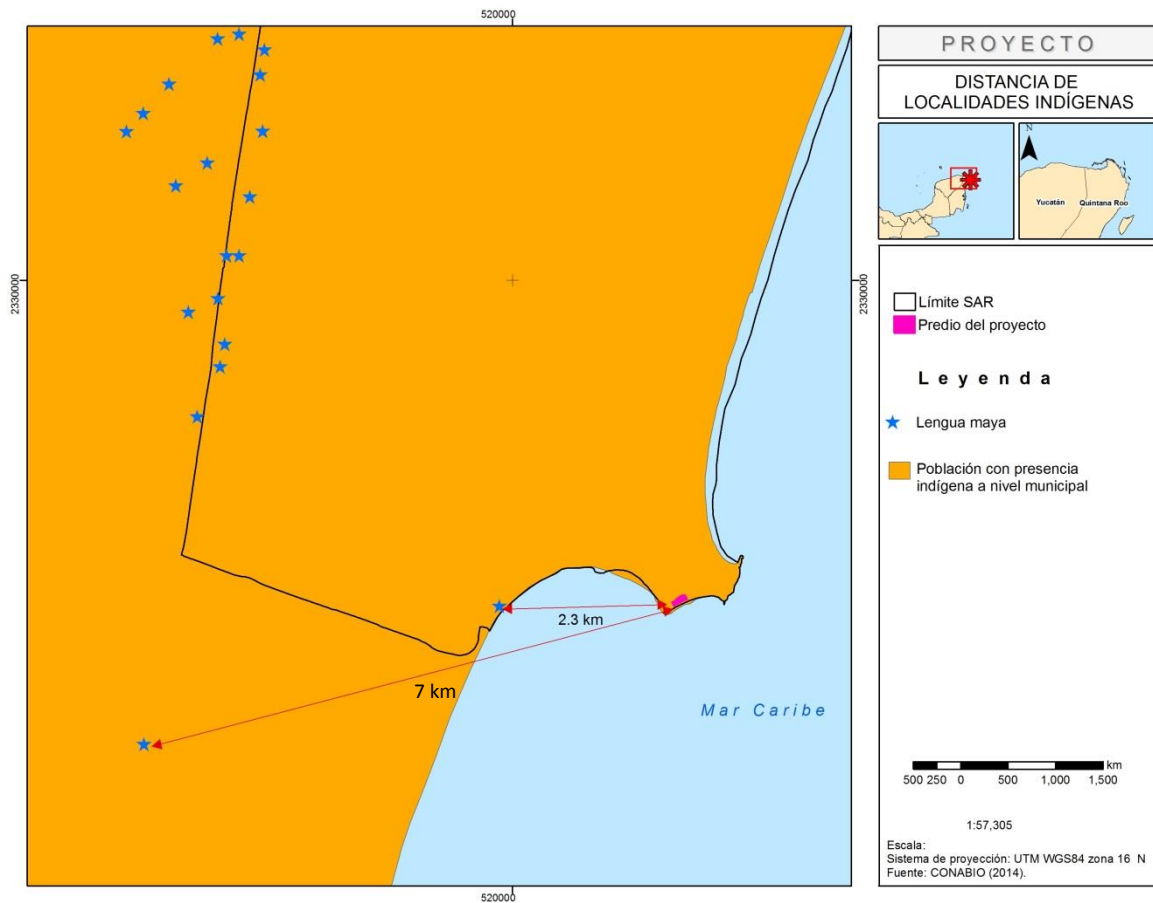
Al a1o de 2008, en el municipio de Benito Ju1rez hab3a un total de 50,936 personas de 5 a1os o m1s que son hablantes de alguna lengua ind3gena, de los cu1les 27,598 son hombres y 23,338 son mujeres, lo que representa el 11.9% de la poblaci3n, por lo que es el segundo municipio con menos hablantes ind3genas entre su poblaci3n. De ese total 49,662 tambi3n hablan espa1ol, 3nicamente son monoling3es y un resto de 812 no especifican dicho dato.

La lengua predominante de la poblaci3n ind3gena es la maya, sin embargo el grado de concentraci3n de poblaci3n ind3gena a nivel municipal es bajo, dado que se concentra en los municipios rurales y en el sur del estado de Quintana Roo (Ver la siguiente figura). Hoy en d3a varios de los pobladores ind3genas se ven atra3dos hacia las localidades del municipio debido a la oferta de empleos para la actividad tur3stica; la mayor3a son migrantes atra3dos de sus lugares de origen por ofertas de trabajo, principalmente en la construcci3n.



**Figura IV. 146** Localidades ind3genas a nivel municipal.

En la siguiente figura se muestra que a escala del proyecto no se encuentra ninguna localidad ind3gena. La localidad m3s cercana se localiza a 2.3 km y 7 km de distancia, por lo que el proyecto no afectar3 en las actividades, costumbres, ni en el desarrollo de las localidades ind3genas.



**Figura IV. 147** Distancia del proyecto con respecto a las localidades indígenas.

### Sitios arqueol3gicos

En la zona hotelera de Canc3n existen 6 puntos con ruinas arqueol3gicas mayas (Canc3n.

El Rey, Ruinas Arqueol3gicas, 2009):

- El Rey en el km 18;
- San Miguelito en el km 16.5;
- Templo maya Yamil Lu’um entre el hotel Royal Park y Sheraton en el km 12.
- Adoratorios en el hotel Dreams en Punta Canc3n (km 9).
- Los templos en el campo de Golf Pok Ta Pok en el km 7.5.

- El mont3culo ubicado en el lote Villas Tacul en el km 5.8, entre los hoteles Riu Caribe Canc3n y Dos Playas.

La ubicaci3n de cada uno de los sitios arqueol3gicos se muestra en la siguiente figura.



**Figura IV. 148** Ubicaci3n de los sitios arqueol3gicos en Canc3n.

Fuente: Canc3n. El Rey, Ruinas Arqueol3gicas (2009).

El Rey constituye el principal sitio arqueol3gico de Canc3n y se localiza en el km 18 del bulevar Kukulc3n. El nombre de *El Rey* proviene de una escultura que pareci3 como un

monarca, la cabeza de la cual se conserva en el Museo Arqueol3gico de Canc3n. Est3 formado por 47 estructuras que tuvieron funciones religiosas y profanas.

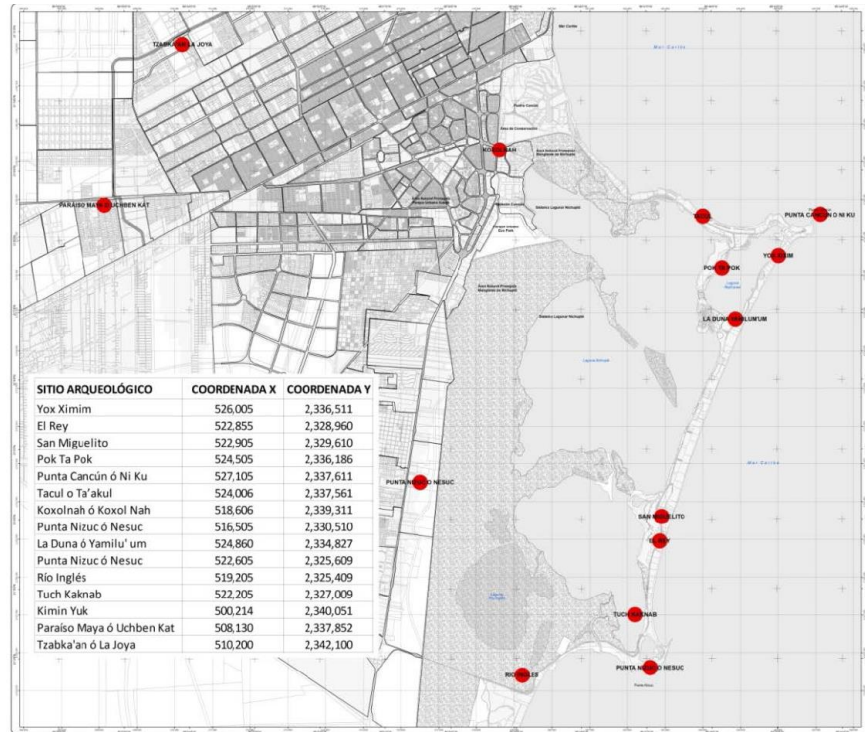
La importancia de este sitio arqueol3gico es que durante el periodo 1300 – 1500 d.C. *El Rey* fue uno de los puertos en la costa del caribe de gran importancia, cuyas principales actividades de los pobladores era de ser pescadores y en la extracci3n de sal.

En el caso del proyecto propuesto, este no se emplaza cerca del sitio arqueol3gico, pues guarda una distancia de 2.66 km aproximadamente, por lo cual no alterar3 dichas zonas arqueol3gicas.

### **Vestigios arqueol3gicos**

Adicional a las zonas arqueol3gicas, tambi3n se han encontrado en Canc3n restos de vestigios arqueol3gicos, es decir restos de objetos material, que han sido rescatados para su conservaci3n.

En la siguiente figura se puede observar los vestigios arqueol3gicos en el centro de poblaci3n de Canc3n.



**Figura IV. 149** Localizaci3n de vestigios arqueol3gicos en el centro de Poblaci3n de Canc3n.

Fuente: CONACULTA. Delegaci3n del INAH en Quintana Roo (2013).

El vestigio arqueol3gico m3s cercano al predio del proyecto se localiza a una distancia de 200 metros aproximadamente y se denomina Punta Nizuc 3 Nesuc. Tal y como se puede observar en la siguiente figura es un vestigio que se encontr3 dentro del medio marino, constituye parte del Patrimonio sumergido en la pen3nsula de Yucat3n.





Figura IV. 150 Ubicaci3n del vestigio m3s cercano al proyecto.

## IV.9. Paisaje

### a) Defini3n de paisaje

El paisaje se describe como todo aquello que forma un conjunto de elementos visuales sobre el horizonte. Se conforma por un conjunto de elementos de tipo fisiogr3ficos o naturales, antr3picos o artificial, sociales o culturales que al ser delimitados por el observador configuran una escena en armon3a, con un orden y un significado.

Los paisajes pueden ser din3micos o est3ticos dependiendo de la temporalidad y ubicaci3n geogr3fica en donde se encuentre. Adem3s de estar dividido en 2 tipos: los paisajes naturales, los paisajes antr3picos.

## b) Tipos de Paisajes naturales en el SAR, 3rea de estudio y pol3gono del proyecto.

Dentro del SAR podemos identificar 4 diferentes tipos de paisajes entre naturales y antr3picos;

Los paisajes naturales est3n definidos por el tipo de ecosistema. Y son los siguientes:

- El paisaje de selva mediana subperennifolia se encuentra en regiones tropicales con pendientes suaves que le permiten mantener de estratos medios y superior, con alturas de 8 a 25 m y con una densidad alta.

Los principales elementos y caracter3sticas esc3nicas y de belleza de este tipo de paisaje son las caracter3sticas propias de las especies vegetales.

Este tipo de paisaje dentro del SAR se encuentra en zonas aun lejanas a la costa, por lo que pareciera que forma una barrera visual entre la zona urbana hacia la costa y mar.



**Figura IV. 151** Paisaje de selva mediana subperennifolia en el SAR

Foto: Mexico Boulevard Kukulkan, Canc3n, por Talavan, mayo 26, 2014. Panoramio, GOOGLE MAPS.

- El paisaje manglar/laguna se encuentra en ambientes inundables costeros, que fungen como h3bitat para especies de flora y fauna 3nicas para este ecosistema. Este tipo de paisaje son muy fr3giles al cambio debido a que se encuentran en una zona de transici3n entre la zona marina y la zona terrestre.

Los principales elementos y caracter3sticas esc3nicas y de belleza de este tipo de paisaje son las especies vegetales de manglar caracterizadas por sus ra3ces expuestas, la fauna que se encuentra protegida entre las ra3ces y el cuerpo de agua proveniente del mar sea rio o laguna.

Este tipo de paisaje dentro del SAR es el que m3s abunda, siendo uno de las principales fuentes de belleza esc3nica que caracteriza a Canc3n. Para poder ver completamente este paisaje es necesario ir por navegaciones marinas dentro de la laguna, o por carretera en los espacios aun no construidos.



**Figura IV. 152** Paisaje de manglar en el SAR

Foto: Lagoon, cancon, por paul2201, mayo 30, 2008. Panoramio, GOOGLE MAPS.

- El paisaje costero se encuentra en una zona de constante cambio ya que es la transici3n de lo marino a lo terrestre, donde las mareas y corrientes aportan a la zona costera parte de la energ3a del mar, pero las olas son el principal factor en su formaci3n ya que trasportan los sedimentos marinos a la superficie formando las playas.

Los principales elementos y caracter3sticas que dan un valor esc3nico y de belleza a este tipo de paisaje son las olas, el mar y la arena o rocas, as3 como ser una zona con potencialidad para el uso recreativo y de contemplaci3n.

En el SAR este tipo de paisaje va 3ntimamente relacionado con el paisaje tur3stico ya que el paisaje costero es uno de los recursos principales por lo que se empez3 a dar el turismo. El paisaje solo puede ser visto desde los hoteles o dentro de la zona costera.



**Figura IV. 153** Paisaje costero en el SAR

Foto: Cerca de Punta Nizuc, Club Med Canc3n Quintana Roo, por galloelprimio, noviembre 22, 2012.  
Panoramio, GOOGLE MAPS.

- El paisaje de matorral costero se constituyen por grandes acumulaciones de arena no consolidadas producidas por la acci3n del viento y que forman desde peque1os cordones paralelos entre si y a la l3nea de costa hasta de forma parab3licas de grandes extensiones.

Las principales caracter3sticas que dan un valor esc3nico y de belleza son la composici3n arenosa del afloramiento rocoso, la cercan3a o colindancia con el mar y la vegetaci3n y fauna dentro de 3stas.

Al igual que el paisaje costero, como se ha mencionado el paisaje de matorral costero va relacionado 3ntimamente con el paisaje de turismo.

Este paisaje al igual que el costero solo puede ser observado desde la zona costera.



**Figura IV. 154** Paisaje de matorral costero en el polígono del proyecto.

Foto: QVGA

La invasión urbanística y el turismo masivo de la zona ha reconfigurado y deteriorado estos tipos de paisajes, transformando los paisajes naturales a paisajes antrópicos.

Estos paisajes están definidos por el tipo de uso que para la que fue generado la urbanización, como puede ser para uso turístico, industrial o de vivienda, etc.

Los paisajes antrópicos identificados en el SAR son los siguientes:

- El paisaje urbano se constituye por la aglomeración de edificaciones e infraestructura necesaria para albergar una gran cantidad de personas que habitan permanentemente en el lugar. Los usos de suelo predominantes son los de vivienda, equipamiento e de infraestructura que además de prestar servicios para los habitantes del lugar también es para habitantes externos.



Las principales caracter3sticas y elementos que dan un valor est3tico a este tipo de paisaje antr3pico es: la alta densidad de viviendas y edificios, vialidades, parques o plazas, tipolog3a arquitect3nica.



**Figura IV. 155** Paisaje urbano en el SAR

Foto: Canc3n, por Kyuhong K, Enero 6, 2013. Panoramio, GOOGLE MAPS.

- El paisaje tur3stico, se define como un espacio urbano inmerso en un entorno natural, el cual ofrece una gran variedad de recursos potenciales , de los cuales solo un grupo ser3n factores de atracci3n<sup>4</sup> , con lo cual podr3amos decir que es una zona de transici3n entre lo natural y lo antr3pico. Otra diferencia es que el lugar no funge como un espacio de residencia si no que solo es de paso y/o tr3nsito.

---

<sup>4</sup> AMT "Diferencia entre paisaje Natural y Paisaje tur3stico". Catedra Cartogr3fica tur3stica. Blogspot AMT Espacio Mundial



Las principales caracter3sticas y elementos que le dan un valor est3tico a este tipo de paisaje son en s3 el paisaje natural al que se quiere observar, la infraestructura y materiales que se adecuan al paisaje natural, zonas de servicios propios para la recreaci3n.

En el caso del SAR y AE, el paisaje tur3stico est3 relacionado principalmente con el paisaje costero ya que es el paisaje "Observable", as3 como el paisaje marino y sin ellos no tendr3a un fin. En segundo lugar el paisaje de mangle y de matorral costero tambi3n forman parte de la imagen tur3stica del lugar.

Aun cuando el paisaje marino y arrecifal no se encuentra dentro del SAR, este es de suma importancia ya que es el principal paisaje al que se quiere observar.



**Figura IV. 156** Paisaje tur3stico en el SAR, (1) en costa, (2) en vialidad.

Foto: (1) Canc3n, por Catlin.wolfard, Abril 22, 2008. (2) 70<Park Royal, Canc3n, por Deboymas ©, Julio 17, 2011. Panoramio, GOOGLE MAPS.

AL final aunque hablamos de distintos tipos de paisaje y que tiene sus propias caracter3sticas y or3genes, perceptualmente no pueden ser separados ya que al momento de ser vistos se genera una imagen en un conjunto.

Esto es lo que pasa con el paisaje marino, costero, de afloramiento rocoso y turistico. Estos 4 tipos de paisaje no pueden ser separados ya que uno es causa del otro.



**Figura IV. 157** Correlaciona de paisajes naturales y antr3picos.

### c) Unidades del paisaje

Despu3s de haber caracterizado los elementos abi3ticos, bi3ticos y socioecon3micos en los puntos anteriores de este capitulo, y los tipos de paisaje en este punto se proseguir3 a crear unidades de paisaje las cuales son la resultante visual de las interrelaciones entre estos componentes.

Las unidades de paisaje fueron establecidas por los criterios de tipo de paisaje, vegetaci3n. Se obtuvieron para el SAR 3 unidades de paisaje: natural, antr3pica turistica y antr3pica urbana.

- Unidad de paisaje Natural: La principal caracteristica de esta unidad es que se mantiene natural. Se engloba las lagunas Nichupt3, Amor y Rio Ingles, la vegetaci3n natural correspondiente a manglar y selva mediana perennifolia. Tambi3n

- Unidad de paisaje Antr3pica turística: La principal característica de esta unidad es que se tiene una imagen antr3pica con paisajes natural observables. La unidad contiene solo la zona turística de Canc3n, la línea de costa y las lagunas de Boj3rquez y Caletilla
- Unidad de paisaje Antr3pica urbana: La característica de esta unidad es que se tiene una imagen antr3pica donde se pueden observar los servicios e infraestructura necesarios para la poblaci3n que habita en la Zona urbana de Canc3n.

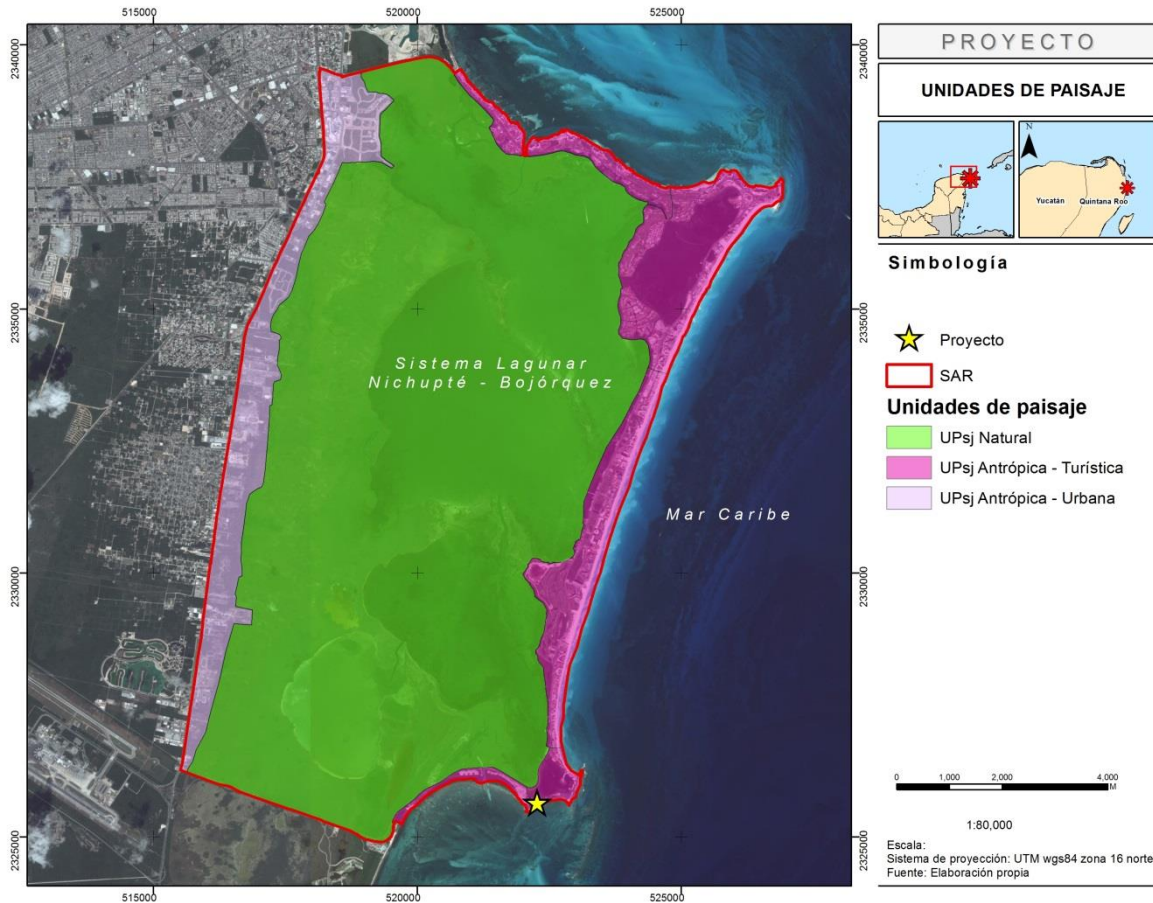


Figura IV. 158 Unidades de Paisaje.

Si bien es cierto que el SAR conforma una unidad que funciona de manera semejante como se ha explicado con anterioridad, el pol3gono del proyecto representa un 0.019% del 3rea del SAR, y dada ubicaci3n no mantienen alguna relaci3n visual con 3l, fue necesario realizar una subdivisi3n dentro de la Unidad de paisaje antr3pica-tur3stica para poder solo caracterizar con mayor detalle el paisaje relacionado con el proyecto y por lo tanto el que tendr3 mayor impacto.

Esta subunidades fueron establecidas seg3n la ubicaci3n dentro de la barra litoral y lagunas adyacentes as3 como vialidades y orientaci3n de la barra litoral. Se obtuvieron 5 subunidades de paisaje dentro de la Unidad de paisaje antr3pico. Tur3stico: Barra Canc3n, Laguna Boj3rquez, Barra este, Laguna Caletilla y Barra Niz3c.

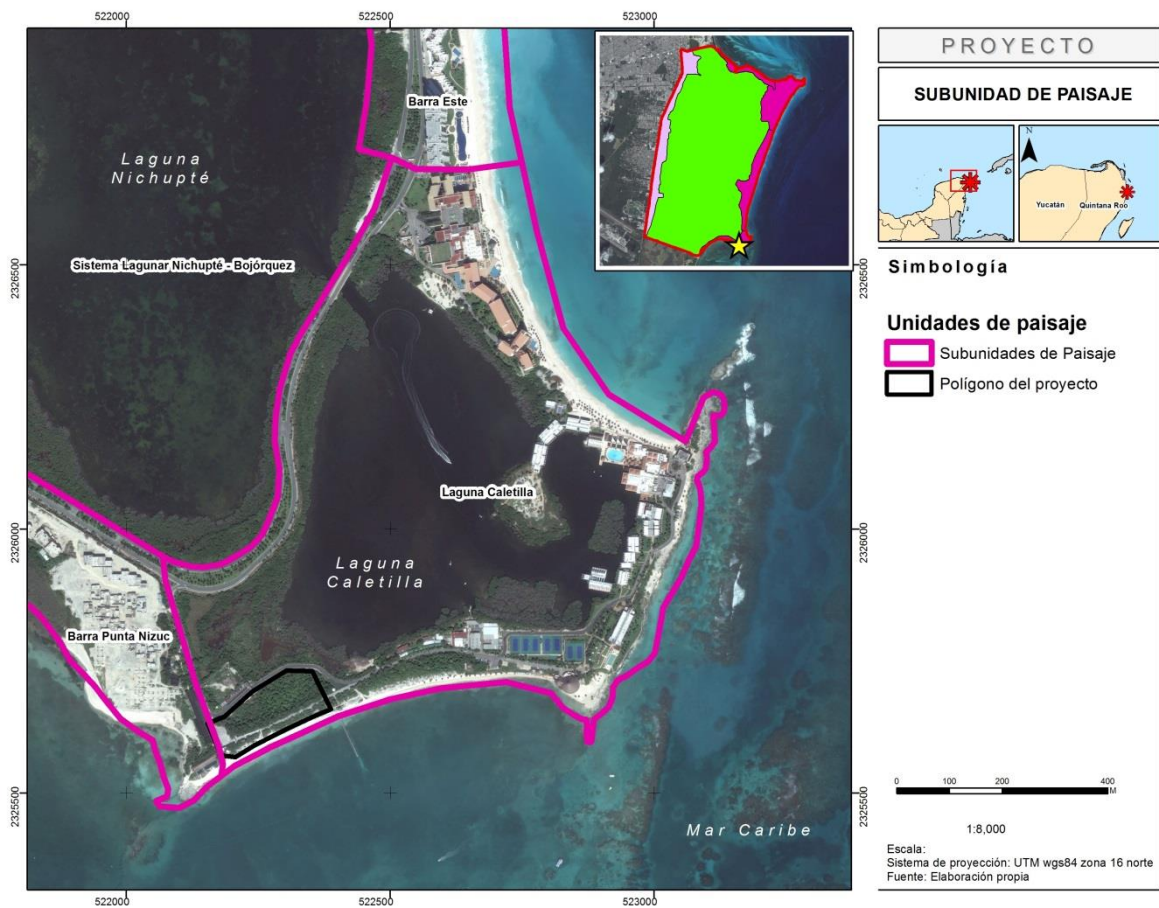


Figura IV. 159 Sub unidades de Paisaje.

El pol3gono del proyecto est3 ubicado dentro de la subunidad de paisaje Laguna Caletilla, la cual contiene a la zona tur3stica que se encuentra alrededor de la laguna Caletilla. Esta subunidad de paisaje tiene un 3rea de 68.68 Ha, por lo que el pol3gono de proyecto representa un 2.85%.

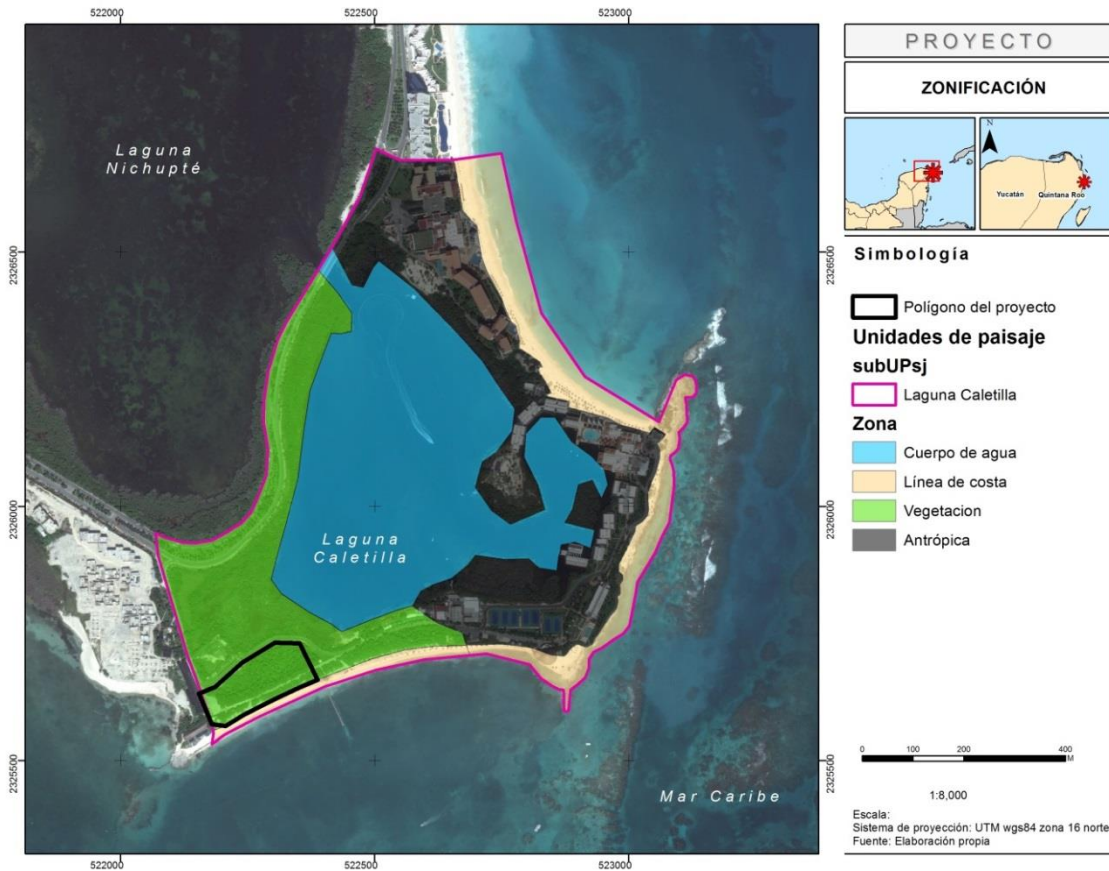
#### **d) Evaluaci3n del paisaje**

La calidad del paisaje es el valor del recurso visual, y se eval3a a trav3s de sus elementos y caracter3sticas visuales, el cual la metodolog3a para el an3lisis de estos, se presenta en el Cap3tulo IX. Por una parte se estudia el valor interno que tiene, y por otro se analiza la visual exterior que rodean al proyecto. Ya que parte del paisaje que se tiene

Despu3s de analizar los componentes y elementos visuales dentro de la visual y en los fondos esc3nicos se puede dar una evaluaci3n seg3n la visibilidad, calidad visual y fragilidad del paisaje.

Para una mayor comprensi3n se volvi3 a dividir en 3 zonas principales: Zona Antr3pica, Zona de vegetaci3n, Zona de l3nea de costa y zona de cuerpo de agua.



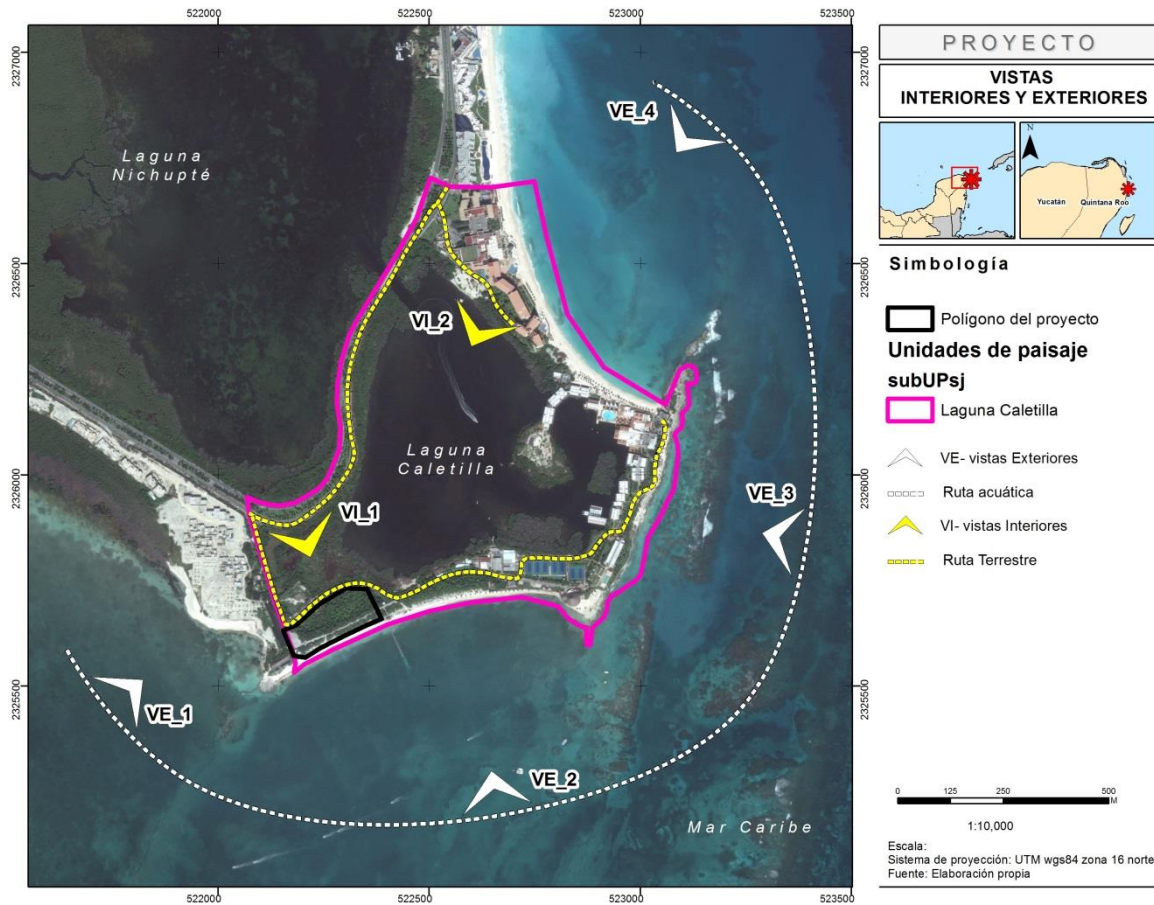


**Figura IV. 160** Zonificaci3n de la subunidad de Paisaje.

- **Visibilidad**

Como se mencion3 anteriormente, el SAR fue dividido en Unidades de Paisaje para despu3s crear Subunidades de Paisaje, las cuales solo una corresponde a la ubicaci3n del pol3gono del proyecto.

Ya que la Sub unidad de Paisaje se encuentra en una punta rodeada casi la mayor parte del mar, puede ser vista de dos maneras: de forma interior y de forma exterior.



**Figura IV. 161** Visuales interiores y exteriores.

Teniendo en consideraci3n las caracter3sticas del proyecto, descritos detalladamente en el cap3tulo II del presente DTU, la construcci3n del hotel tendr3 una altura aproximada de 16 niveles, por lo que da una altura aproximada de no m3s de 60 metros.

- Las visuales interiores son vistas desde el interior de la sub unidad de paisaje hacia la zona marina. Por lo cual los principales elementos que se pueden observar son el cuerpo de agua lagunero, la vegetaci3n de selva mediana sub perennifolia y manglar.



Desde estos puntos ser3 imperceptible ver la construcci3n del proyecto, debido a que desde el punto VI\_1 aun cuando el pol3gono del proyecto se encuentra a escasos 300 m, la altura de la vegetaci3n esta entre los 15 y 30 metros por lo que no permitir3 que sea vista la construcci3n; y desde el punto VI\_2 donde el dosel de la vegetaci3n se encuentra por debajo de la carretera y la distancia a la que se encuentra el observado hasta el pol3gono del proyecto es de 700 m, por lo que solo se notar3 muy poco el impacto y no romper3 la visual natural que se tiene .



Figura IV. 162 Visual interna VI\_1, Visual Interna VI\_2. GOOGLE EARTH 2014

- Las visuales exteriores son vistas desde la zona mariana hacia la zona terrestre. Desde estas vistas los principales elementos que se pueden observar son los hoteles y/o construcciones, la playa y las matorral costero .

Como se ha mencionado con anterioridad, la subunidad de Paisaje est3 rodeada en su mayor3a por un cuerpo de agua correspondiente al mar Caribe. Tambi3n alrededor se encuentran los arrecifes de Nizuc, los cuales son una de las principales atracciones del lugar. Existen diversas embarcaciones que llevan a turistas a conocer los arrecifes. Es por ello que las vistas exteriores son de suma importancia ya que la zona litoral se vuelve un l3mite entre mar y el continente.

Desde las visuales VE\_4 y VE\_3, se observa que la zona litoral se encuentra ya modificada debido a las construcciones de hoteles y la infraestructura necesaria para realizar actividades recreativas turísticas.

En un esquema general los macizos de construcciones fragmentaron la zona natural, quedando muy poca de esta.



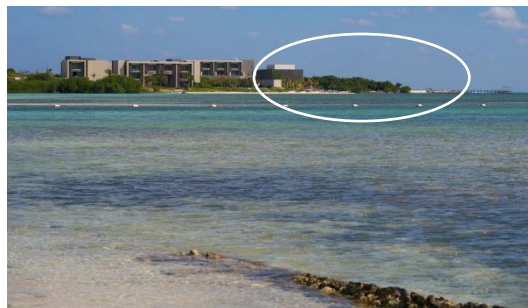
**Figura IV. 163** Esquema general de fragmentaci3n visual de la zona litoral en las visuales ve\_3 y ve\_4

Lo contrario pasa con las Visuales VE\_1 y VE\_2, donde la zona litoral se encuentran pocas construcciones, dando un aspecto aun natural, donde se puede apreciar el afloramiento rocoso y la vegetaci3n de selva mediana perennifolia.

En el caso de la Visual VE\_1, solo se puede observar en la zona litoral el hotel Nizuc Resort & Spa el cual ya ha modificado el paisaje natural. Aqu3 los macizos de las construcciones fragmentaron muy poco la zona natural, pero aun los macizos de vegetaci3n est3n



**Figura IV. 164** Esquema general de fragmentaci3n visual de la zona litoral en la visual ve\_1



**Figura IV. 165** Visual externa VE\_1.

Foto: *Punta Nizuc, Canc3n*, por Antonio Cristerna, Febrero 1, 2015. Panoramio, GOOGLE MAPS.

En la visual VE\_2 se puede observar que la zona litoral a3n tiene un aspecto natural ya que se alcanza a ver el afloramiento rocoso y la vegetaci3n que reside ah3, siendo casi el 70% de la visual.



**Figura IV. 166** Esquema general de fragmentaci3n visual de la zona litoral en la visual ve\_2



**Figura IV. 167** Visual externa VE\_2.

Foto: Canc3n, M3xico, por Antonio Cristerna, Enero 16, 2012. Panoramio, GOOGLE MAPS.

- **Calidad paisaj3stica-calidad visual**

En la subunidad de paisaje del proyecto se puede observar 4 zonas:

1. La unidad de Cuerpo de agua. El cual corresponde el cuerpo de agua de la laguna Caletilla y anexando la parte marina que envuelve a la subunidad de paisaje. Estos elementos son los m3s sobresalientes tanto en el plano horizontal como en el vertical, ya que la laguna abarca un 37% de la visual, y la parte marina puede ser observada hasta la l3nea de horizonte aun cuando no forma parte de la subunidad.

Ambos cuerpos de agua se encuentra como un dos macizos din3micos, esto quiere decir que podemos ver por una parte el bloque de la laguna y por otro lado el bloque del mar Caribe, pero este ambos est3n en constante movimiento producido por el viento, oleaje y mareas, as3 tambi3n pueden unirse con la b3veda celeste.

Los colores predominantes son los azules claros y oscuros dependiendo de la profundidad del fondo marino y arrecifes, as3 como tambi3n podemos integrar la b3veda celeste la cual depende de las condiciones atmosf3ricas.

2. La zona antr3pica, el cual corresponde al conjunto de construcciones para fines tur3sticos. Este elemento se puede observar tanto en forma vertical como en horizontal un 10%.

Los principales colores principales se encuentran entre la gama de los blancos, beige/caf3s y rojizos, correspondiente a los acabados de los hoteles, muelles, palapas y calles.

3. La unidad de vegetaci3n, el cual corresponde al macizo de vegetaci3n de selva mediana perennifolia, mangle y matorral costero. Estos elementos se pueden observar de forma vertical y horizontal en un 21% del total de la Subunidad de Paisaje.

Se encuentra como un macizo est3tico, ya que la vegetaci3n funge como un bloque que se encuentra en un lugar sin movimiento, a menos que sea removida para fines de construcci3n. La altura de este bloque va desde el nivel del mar hasta los 30 metros., dependiendo de la altura de las especies vegetales.

Los principales colores que pueden verse son los verde claros y oscuros dependiendo la estacionalidad de las especies vegetales.

4. La unidad de transici3n la cual corresponde a la L3nea de costa, la cual puede observarse como una franja a lo largo de Punta Nizuc y que le corresponde un 13% de la visual en horizontal y vertical. El color predominante es el beige claro, correspondiente al color de la arena.

Estos cuatro elementos le dan una gran variabilidad visual a la sub unidad de paisaje, siendo la unidad de transici3n y cuerpo de agua correspondiente al mar Caribe los m3s relevantes ya que ser3n los que tendr3n mayor impacto esc3nico.

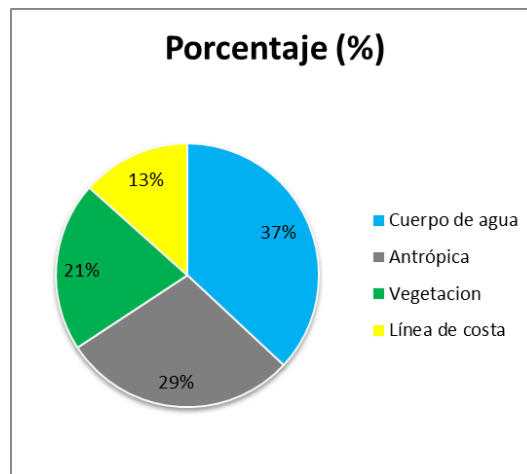


Figura IV. 168 Porcentajes de las zonas en la Sub unidad de Paisaje

- **Fragilidad**

En este punto podemos decir perceptualmente la unidad de transici3n de la l3nea de costa es la m3s vulnerable y sensible al cambio, ya que como se ha mencionado con anterioridad, es una zona de constante cambio en todo momento debido a que es la transici3n del medio marino al medio terrestre.

Las sub unidades de paisaje de cuerpo de agua, de vegetaci3n y antr3pica son menos fr3giles ya que los elementos que las conforman tienen un proceso de cambio mucho menos lento.



Figura IV. 169. Foto: Cancun view from a plane, por Eric Tremblay, Octubre 3, 2007. Panoramio, GOOGLE MAPS.

As3 tambi3n se considera que la visual ve\_2 es la m3s fr3gil al cambio ya que ah3 se encontrar3 el proyecto siendo este un elemento que fragmentara la visual natural, convirti3ndola en una visual antr3pica, afectando la visual m3s natural de la subunidad de Paisaje.

#### **IV.5. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso de suelo propuesto**

El Art3culo 7 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), se3ala en su fracci3n XXXIX como servicios ambientales *Los que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, tales como:*

*la provisi3n del agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la generaci3n de ox3geno; el amortiguamiento del impacto de los fen3menos naturales; la modulaci3n o regulaci3n clim3tica; la protecci3n de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protecci3n y recuperaci3n de suelos; el paisaje y la recreaci3n, entre otros (SEMARNAT, 2015).*

Los ecosistemas forestales son de importancia estrat3gica debido a que son un h3bitat para la protecci3n de la biodiversidad, as3 como por sus servicios ambientales en los que se incluye la captura de carbono, hidrol3gicos y de paisaje.

Los servicios ambientales que se originan en la superficie del pol3gono del proyecto, son el aprovisionamiento de h3bitats para la protecci3n de fauna, conservaci3n de suelo (protecci3n contra la erosi3n), infiltraci3n de agua, captura de carbono y belleza esc3nica, derivados de la vegetaci3n de selvan median subperennifolia y vegetaci3n de matorral costero. De acuerdo con el an3lisis de la vegetaci3n, los ecosistemas forestales presentes en el pol3gono del proyecto tambi3n se encuentran representados a nivel SAR, por lo que no se considera que el cambio de uso de suelo comprometa la biodiversidad, o incremente la erosi3n de suelo, la calidad del agua o la disminuci3n en la captaci3n.

A continuaci3n se describir3n el grado el grado de afectaci3n a servicios ambientales en el 3rea del pol3gono del proyecto, asi como la importancia que tiene cada uno de los servicios ambientales evaluados en funci3n del SAR-AE.



#### **IV.10.1. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo y su grado de afectaci3n**

Seg3n informaci3n de SEMARNAT (2008), los servicios ambientales se encuentran divididos en cuatro categor3as principales, los servicios que se han descrito en este cap3tulo con posible afectaci3n, se ven inmersos en las cuatro categor3as:

- **Servicios de soporte:** son la base para la producci3n de las otras categor3as y servicios que difieren de ellas en que su impacto en la poblaci3n es indirecto y ocurre despu3s de largos periodos.
- **Servicios de regulaci3n:** son los que se obtienen de los procesos de la regulaci3n de los ecosistemas.
- **Servicios de provisi3n:** son los productos obtenidos de los ecosistemas.
- **Servicios culturales:** donde se consideran todos los no materiales que la gente obtiene de los ecosistemas a trav3s de enriquecimiento espiritual desarrollo cognitivo, reflexi3n, recreaci3n y experiencias est3ticas.

En siguiente tabla se muestra la relaci3n seg3n las categor3as registradas por SEMARNAT y los apartados bajo los cuales se hacen los an3lisis de afectaci3n del servicio ambiental en el presente cap3tulo.

**Tabla IV. 1** Categor3as seg3n SEMARNAT de los servicios ambientales que se considera se ver3n afectados por el desarrollo del proyecto “Hotel Riviera Canc3n”.

| <b>Categor3a del. Servicio</b> | <b>Beneficio brindado</b>         | <b>Apartado bajo el que se considera en el presente documento.</b> |
|--------------------------------|-----------------------------------|--|
| Servicios de soporte           | Fotos3ntesis                      | Generaci3n de ox3geno  |
| Servicios de regulaci3n        | Regulaci3n de la calidad del aire | Secuestro de Carbono   |
|                                | Regulaci3n clim3tica              | Modulaci3n o regulaci3n clim3tica                                  |

Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B-Regional del proyecto  
**“Hotel Riviera Canc3n”**

|                        |                                 |   |
|------------------------|---------------------------------|---|
|                        | Regulaci3n del agua             | Captura de agua   |
|                        | Regulaci3n de la erosi3n        | Protecci3n y recuperaci3n de suelos                                 |
|                        | Regulaci3n de riesgos naturales | Amortiguamiento del impacto de los fen3menos naturales              |
| Servicios de provisi3n | Recursos gen3ticos              | Protecci3n de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida |
| Servicios culturales   | Recreaci3n y ecoturismo         | Paisaje y Recreaci3n  |
|                        | Valor est3tico y de inspiraci3n | Paisaje y recreaci3n  |

La importancia del servicio ambiental depende del grupo de poblaci3n que a nivel de microcuencia resulta beneficiado por el servicio ambiental que presta el 3rea que se ver3a afectada por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, de manera que un servicio ambiental puede ser de beneficio generalizado para toda la poblaci3n (como el servicio de captura de ox3geno, y secuestro de di3xido de carbono), o solo beneficiar a un grupos reducidos como el caso de ofrecimientos no comerciales, o porci3n extra3ble de alimentos.

Por otra parte el grado de afectaci3n se plantea en funci3n de la disminuci3n del valor ambiental que podr3a darse como resultado de la ejecuci3n del cambio de uso del suelo solicitado, en comparaci3n con la disponibilidad del recurso forestal en la microcuencia y consecuentemente de la disponibilidad del servicio ambiental. En la siguiente tabla se muestra la estimaci3n que tendr3n los impactos sobre los servicios ambientales identificados durante el desarrollo del “Hotel Riviera Canc3n”.

**Tabla IV. 117 2.** Identificaci3n de los Servicios Ambientales con potencial afectaci3n por el CUSTF del proyecto.

| Servicios ambientales | Descripci3n   | Afectaci3n                                  | Observaciones   |
|-----------------------|---|---|---|
| Secuestro de Carbono  | La p3rdida de la cobertura forestal representa la p3rdida | Se dejar3n de capturar un total de 258.4558 | Representa el 0.237% de la capacidad de captura de la |

Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B-Regional del proyecto  
**“Hotel Riviera Canc3n”**

| Servicios ambientales   | Descripci3n  | Afectaci3n   | Observaciones   |
|---|--|--|---|
|   | de un reservorio de carbono.   | toneladas de C al a3o por la vegetaci3n removida en el predio del proyecto.  | microcuencia. Se implementara una superficie de 3reas.  |
| Captura de agua   | La afectaci3n del servicio ambiental est3 directamente ligada a la p3rdida de 3rea forestal y su capacidad de captar agua. | La estimaci3n del volumen de agua infiltrado dadas las condiciones actuales es de -10607.04286 m <sup>3</sup> una vez que el proyecto se haya culminado y se aplique las medidas de mitigaci3n la p3rdida anual se estima en -11,152.059 m <sup>3</sup> anuales. | El volumen de infiltraci3n presenta valores negativos una vez que la evapotranspiraci3n y de escurrimiento supera el volumen de captaci3n de agua por precipitaci3n. Este servicio no se ve afectado considerablemente, dado que el predio no tiene aporte a la recarga de ac3iferos. |
| Protecci3n de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida | Las 3reas forestales son h3bitat de un gran n3mero de especies de flora y fauna.   | La p3rdida de estos h3bitats pone en riesgo la sobrevivencia de los individuos que viven en ellos.   | El 3rea forestal que se someter3 a cambio de uso de suelo en el predio, tiene un alto grado de perturbaci3n y se encuentra sometido a procesos de degradaci3n, no obstante las 3reas verdes y el matorral costero, ayudar3n a conservar la biodiversidad de la zona.                  |
| Protecci3n y recuperaci3n de suelos                                 | La capa vegetal previene la erosi3n del suelo y mantiene los procesos bioqu3micos del mismo                                | La ausencia de vegetaci3n expone al suelo a los procesos de erosi3n y se interrumpen ciclos importantes para naturaleza, como son los del carbono, nitr3geno entre otros, despu3s de la aplicaci3n de medidas de mitigaci3n se estima que                        | En la actualidad el suelo en la microcuencia se encuentra sometido a una importante degradaci3n por los desarrollos urbanos y tur3sticos de la regi3n. La p3rdida de suelo se ve fuertemente reducida al ejecutarse las medidas de mitigaci3n.  |

Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B-Regional del proyecto  
**“Hotel Riviera Canc3n”**

| Servicios ambientales                                  | Descripci3n   | Afectaci3n   | Observaciones  |
|--|---|--|--|
|  |   | la p3rdida de suelo por efecto de la erosi3n es de 2.7863 ton/a3o  |  |
| Generaci3n de oxigeno                                  | Las 3reas con vegetaci3n aportan ox3geno derivado de los procesos de fotos3ntesis.  | El retiro de la vegetaci3n en las 3reas sujetas a cambio de uso de suelo interrumpir3 los procesos fotosint3ticos.                         | Las poblaciones vegetales en las 3reas sujetas a cambio de uso de suelo son comunidades establecidas y los procesos de fotos3ntesis y respiraci3n se encuentran en equilibrio, la conservaci3n de 3reas verdes permitir3 que el servicio siga siendo prestado por la vegetaci3n. |
| Amortiguamiento del impacto de los fen3menos naturales | La vegetaci3n aten3a la fuerza del viento, previene los procesos erosivos del agua y viento, provee refugio.  | La p3rdida de la vegetaci3n deja expuestas a los elementos del ecosistema.   | La superficie con vegetaci3n natural que cumple con este servicio (matorral costero) representa un 0.00369% de la superficie del SAR-AE.   |
| Modulaci3n o regulaci3n clim3tica                      | La cobertura forestal disminuye los procesos de evaporaci3n del agua y reflexi3n de la luz y calor hacia la atm3sfera.  | La ausencia de vegetaci3n permite la incorporaci3n a la atm3sfera de m3s vapor de agua, considerado uno de los gases de efecto invernadero | La superficie de vegetaci3n que se remover3 representa un porcentaje muy bajo con respecto a la cobertura de del SAR-AE, en donde se encuentran 3reas de mayor relevancia en cuesti3n de regulaci3n clim3tica.   |
| Paisaje y recreaci3n                                   | Debido a la topeforma que predomina en la zona, no se encuentran 3reas de gran atractivo natural, aunado a la gran fragmentaci3n, no se comprometen zonas que incidan en el desarrollo emocional de los pobladores. | Se modifica el entorno al remover la totalidad de la vegetaci3n de la zona del predio e incluir una construcci3n en el entorno.            | Los espacios con vegetaci3n natural en los cuales se pueden realizar actividades recreativas en la microcuencia no se ver3n afectadas por el proyecto.   |

En el Cap3tulo V se presenta la evaluaci3n de los impactos ambientales que se prev3 ser3n generados durante el desarrollo del Proyecto y cuya metodolog3a de evaluaci3n expresa el nivel de significancia que tendr3n dichos impactos sobre los componentes ambientales que conforman al SAR-AE y por ende sobre los servicios ambientales que estos brindan.

Considerando lo anterior y a manera de conclusi3n, se puede deducir que con la instalaci3n del proyecto no se provocar3n afectaciones significativas con relaci3n a las que ya se presentan actualmente en el medio natural, por el contrario, al no existir incidencias cr3ticas relevantes que signifiquen perturbaciones importantes la instalaci3n del “Hotel Riviera Canc3n”, puede favorecer la evoluci3n de los procesos de mejora para el desarrollo de la regi3n, trayendo consigo beneficio en el entorno local y regional en materia de desarrollo social y econ3mico de sus habitantes.

En los siguientes apartados se presentan las estimaciones de las afectaciones que sobre los servicios ambientales se prev3 sean generadas en comparaci3n con el estado natural del predio y con el establecimiento del Proyecto aplicando las correspondientes medidas de mitigaci3n.

#### **IV.10.2. Captura de carbono**

La captaci3n de carbono depende de las especies de plantas, del contenido de materia org3nica, la estructura de edades de los 3rboles, del tipo de suelo y factores clim3ticos, en el caso del pol3gono del proyecto, la superficie donde se pretende realizar el cambio de uso de suelo, es una superficie peque1a en relaci3n a la existente en SAR-AE, por tal motivo la concentraci3n es m3nima; al comparar las estimaciones de potencial de secuestro entre el SAR-AE y el pol3gono del proyecto, se puede apreciar que el aporte del

predio al secuestro de carbono del SAR-AE no es significativo (0.029%). No obstante esto se debe sumar a la din3mica de los procesos de cambio en la zona, cuya tendencia es a la p3rdida de la cobertura vegetal primaria.

Dentro del SAR-AE se reconocen cuatro tipos de vegetaci3n los cuales se muestran en la siguiente tabla, para cada uno de ellos se muestra la superficie en hect3reas de extensi3n que abarca, as3 como la estimaci3n de captura de carbono.

**Tabla IV. 118.** Estimaci3n de la captura de Carbono en el SAR-AE, por tipo de vegetaci3n.

| Tipo de vegetaci3n  | Superficie (Ha) | Potencial de captura de Carbono (tC/ha) | Potencial de secuestro de carbono (t C) |
|---|-----------------|---|---|
| Vegetaci3n de manglar   | 2342.17         | 282                                     | 660491.94                               |
| Vegetaci3n secundaria arbustiva de manglar                    | 1032.98         | 282                                     | 291300.36                               |
| Vegetaci3n secundaria arb3rea de selva mediana subperenifolia | 148.29          | 164.8                                   | 24438.192                               |
| Vegetaci3n de tular   | 3.57            | No disponible                           | -                                       |
| Cuerpos de agua   | 4788.47         | No disponible                           | -                                       |
| <b>Total</b>  | <b>8315.48</b>  | <b>-</b>                                | <b>976,230.492</b>                      |

La superficie del pol3gono del proyecto dadas las condiciones actuales, cuenta en su mayor parte con vegetaci3n secundaria de selva mediana subperenifolia (1.3733 ha) y vegetaci3n de matorral costero (0.3817), se realiz3 la estimaci3n total de captura de carbono tomando en consideraci3n una superficie total con vegetaci3n de 1.7550 ha (Ver siguiente tabla).

**Tabla IV. 119** Estimaci3n potencial de secuestro de carbono en el pol3gono del proyecto.

| Tipo de Vegetaci3n | Potencial de captura de C (t C/ha a3o) | Superficie en el predio del proyecto (ha) | Potencial de secuestro de C (tC/a3o) del proyecto | % con respeto al total del SAR-AE |
|--------------------|--|---|---|-----------------------------------|
|                    |  |   |   |                                   |

Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B-Regional del proyecto  
**“Hotel Riviera Canc3n”**

|  |       |               |               |               |
|--|-------|---------------|---------------|---------------|
| <b>Vegetaci3n secundaria<br/>arb3rea de selva mediana<br/>subperenifolia</b> | 164.8 | 1.3733        | 226.32        | 0.0233        |
| <b>Matorral Costero</b>  | 164.8 | 0.3817        | 62.90         | 0.0064        |
| <b>Total</b>   | -     | <b>1.7550</b> | <b>289.22</b> | <b>0.2962</b> |

Por otra parte, se realiz3 la estimaci3n potencial de secuestro de carbono de la superficie que ser3 sometida a cambio de uso de suelo, tomando como referencia el factor de potencial de captura para el tipo de vegetaci3n se3alado de 164.8 tC/ha.a3o (ver siguiente tabla).

**Tabla IV. 120** Estimaci3n potencial de secuestro de carbono en la superficie sometida a cambio de uso de suelo en el pol3gono del proyecto.

| <b>Tipo de Vegetaci3n</b>  | <b>Potencial de<br/>captura de C (t<br/>C/ha a3o)</b> | <b>Superficie en el<br/>predio del<br/>proyecto (ha)</b> | <b>Potencial de<br/>secuestro de C (tC/<br/>a3o) del proyecto</b> | <b>% con respeto<br/>al total del<br/>SAR-AE</b> |
|--|---|--|---|--|
| <b>Vegetaci3n secundaria<br/>arb3rea de selva mediana<br/>subperenifolia</b> | 164.8   | 1.3733   | 226.31984   | 0.2337   |
| <b>Matorral Costero</b>  | 164.8   | 0.1951   | 32.1524   | 0.0033   |
| <b>Total</b>   | -   | <b>1.5684</b>  | <b>258.47224</b>  | <b>0.2647</b>                                    |

El resultado de la estimaci3n donde se efectuar3 el CUSTF es de un total de 258.47224 toneladas de carbono al a3o, las cuales representan el 0.23647% del total de captura del SAR-AE. Con respecto a la vegetaci3n secundaria arb3rea de selva mediana subperenifolia, la estimaci3n de captura de carbono en el SAR es de 24438.192 t C/a3o, y la superficie sometida a CUSTF captura un estimado de 226.31984 tC/a3o, lo cual representa el 0.926 %.



La superficie del polígono del proyecto dadas las condiciones actuales, cuenta en su mayor parte con vegetación secundaria de selva mediana subperenifolia (1.3733 ha) y vegetación de matorral costero (0.3817), se realizó la estimación total de captura de carbono tomando en consideración una superficie total con vegetación de 1.7550 ha (Ver siguiente tabla).

**Tabla IV. 120** Estimación potencial de secuestro de carbono en el polígono del proyecto.

| Tipo de Vegetación  | Potencial de captura de C (t C/ha año) | Superficie en el predio del proyecto (ha) | Potencial de secuestro de C (tC/año) del proyecto | % con respecto al total del SAR-AE |
|---|--|---|---|------------------------------------|
| Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperenifolia | 164.8                                  | 1.3733                                    | 226.32  | 0.0233                             |
| Matorral Costero  | 164.8                                  | 0.3817                                    | 62.90   | 0.0064                             |
| <b>Total</b>  | -                                      | <b>1.7550</b>                             | <b>289.22</b>                                     | <b>0.2962</b>                      |

Por otra parte, se realizó la estimación potencial de secuestro de carbono de la superficie que será sometida a cambio de uso de suelo, tomando como referencia el factor de potencial de captura para el tipo de vegetación señalado de 164.8 tC/ha.año (ver siguiente tabla).

**Tabla IV. 121** Estimación potencial de secuestro de carbono en la superficie sometida a cambio de uso de suelo en el polígono del proyecto.

| Tipo de Vegetación  | Potencial de captura de C (t C/ha año) | Superficie en el predio del proyecto (ha) | Potencial de secuestro de C (tC/año) del proyecto | % con respecto al total del SAR-AE |
|---|--|---|---|------------------------------------|
| Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperenifolia | 164.8                                  | 1.3733                                    | 226.31984   | 0.2337                             |
| Matorral Costero  | 164.8                                  | 0.1951                                    | 32.1524   | 0.0033                             |
| <b>Total</b>  | -                                      | <b>1.5684</b>                             | <b>258.47224</b>                                  | <b>0.2647</b>                      |

El resultado de la estimaci3n donde se efectuar3 el CUSTF es de un total de 258.47224 toneladas de carbono al a3o, las cuales representan el 0.23647% del total de captura del SAR-AE. Con respecto a la vegetaci3n secundaria arb3rea de selva mediana subperenifolia, la estimaci3n de captura de carbono en el SAR es de 24438.192 t C/a3o, y la superficie sometida a CUSTF captura un estimado de 226.31984 tC/a3o, lo cual representa el 0.926 %.

Esto quiere decir que el grado de afectaci3n se considera bajo en funci3n de la superficie del proyecto con respecto a la del SAR-AE. Como medidas de mitigaci3n o prevenci3n se prev3 la aplicaci3n del establecimiento 0.63 ha de 3reas verdes dentro del pol3gono del proyecto, y la conservaci3n de 0.1866 ha de vegetaci3n natural de matorral costero as3 como el rescate de ejemplares de flora silvestre mediante la aplicaci3n de un Programa de Rescate y Reubicaci3n de Especies de Flora Silvestre, los cuales ser3n sembrados dentro de las 3reas verdes del proyecto, y en caso de que dichas 3reas resulten insuficientes se buscar3n 3reas degradadas para aportar a su restauraci3n, esto en coordinaci3n con la autoridades competentes que determinen dichos sitios, disminuyendo con estas acciones la p3rdida de la captura de carbono por el desmonte de la vegetaci3n dentro del pol3gono del predio sujeto a CUSTF.

Por lo anterior se considera que la contribuci3n del 3rea que comprende el pol3gono del proyecto no compromete a este servicio ambiental a nivel del SAR-AE, y una vez aplicadas las medidas de mitigaci3n, la p3rdida del servicio ambiental dentro del predio es m3nima.

#### **IV.10.3. Generaci3n de ox3geno**

La relaci3n directa entre la captura del CO<sub>2</sub> y la liberaci3n de ox3geno (O<sub>2</sub>), es ampliamente conocida, sin embargo tambi3n est3 documentado que la mayor parte del ox3geno neto

liberado a la atm3sfera por ecosistemas terrestres, por unidad de superficie, es producto de la selva tropical. No obstante la remoci3n de la vegetaci3n afectara la producci3n de ox3geno local, aunque no se compromete la producci3n dentro del SAR-AE debido a que los cuerpos de agua son altos productores de ox3geno.

Este servicio es considerado de alta relevancia dado que el ox3geno producido es indispensable para una gran cantidad de formas de vida, y el impacto es bajo debido a la poca extensi3n que representan estas 1.5683 ha de vegetaci3n natural dentro del pol3gono sometido a CUSTF, con respecto a la que se encuentra en el SAR-AE. La superficie ocupada por este tipo de vegetaci3n que ser3 removida como resultado del cambio de uso de suelo es del 0.79% del total existente en el SAR-AE.

#### **IV.10.4. Infiltraci3n de agua**

La captura de agua o desempe1o hidr3ulico es el servicio ambiental que producen las 3reas arboladas al impedir el r3pido escurrimiento del agua de lluvia precipitada, propiciando la infiltraci3n que alimenta los mantos ac3feros y la prolongaci3n del ciclo del agua.

La producci3n eficiente de este servicio tiene efectos no solo en la mejora de la disponibilidad de agua, sino que adem3s prolonga la vida 3til de las obras de infraestructura, conserva suelos y ayuda a mitigar los riesgos de desastres por inundaciones y derrumbes.

La importancia de dicho servicio es m3nima, primordialmente por las condiciones particulares en las que se originan y mantienen los ac3feros en la pen3nsula de Yucat3n y en el SAR-AE, en donde el agua de lluvia se infiltra r3pidamente en el subsuelo y existe un escurrimiento subterr3neo desde la porci3n central hacia las zonas costeras. De esta manera la precipitaci3n pluvial en el SAR tiene una repercusi3n mayor en la disponibilidad de agua subterr3nea en la zona del proyecto que la precipitaci3n en el sitio mismo.

Las estimaciones de infiltraci3n del agua que se presentan en la siguiente tabla, muestran el efecto del proyecto con el desarrollo de las medidas de mitigaci3n, las cuales consisten en el establecimiento de una superficie destinada a 3reas verdes, establecidas con especies nativas y la aplicaci3n de materiales permeables como el adocreto y la construcci3n de asoleaderos, rampas y escaleras de madera, para generar una superficie total permeable de 11,833.90 m<sup>3</sup>.

**Tabla IV.123** Estimaci3n de la capacidad de infiltraci3n del predio bajo distintos escenarios.

| Escenario   | Potencial de infiltraci3n de agua (m <sup>3</sup> ) |
|---|---|
| Predio sin desarrollo del proyecto                | -10607.04286  |
| Desarrollo del proyecto sin medidas de mitigaci3n | -14709.43095  |
| Desarrollo del proyecto con medidas de mitigaci3n | -11,152.059   |

Una vez calculado los vol3menes de potencial de infiltraci3n en el predio el resultado es negativo, esta tendencia no se modifica con la implantaci3n del proyecto. Una vez realizado el desmonte y el despalme, el valor de la p3rdida se incrementa al estar el suelo totalmente desnudo, no obstante una vez que el proyecto se encuentra en la etapa final y aplicadas las medidas de mitigaci3n el volumen de infiltraci3n no se ve perjudicado significativamente, increment3ndose en 545.016 m<sup>3</sup> anuales, lo cual representa el 5.13% del valor de infiltraci3n actual. En la zona del predio no se presentan sobreexplotaciones de agua, en este sentido no se tienen problemas de desequilibrio, entre su extracci3n y la recarga de ac3iferos; esto implica que el costo de oportunidad de la selva que se encuentra en el predio como capturador de agua es bajo.

Para el caso del SAR-AE en la siguiente tabla se muestra la estimaci3n de captura de agua para la superficie con el mismo tipo de vegetaci3n, que la que se presenta en 3rea del

proyecto con el fin de establecer un comparativo entre el servicio prestado por este tipo de vegetaci3n a nivel SAR-AE y de pol3gono del proyecto.

**Tabla IV. 122** Estimaci3n del potencial de infiltraci3n para el tipo de vegetaci3n compartida entre la el SAR-AE y el pol3gono del proyecto.

| Tipo de vegetaci3n                                    | Superficie (ha) | Potencial de captura (miles de m <sup>3</sup> /ha) | Estimaci3n del potencial de infiltraci3n (miles de m <sup>3</sup> ) |
|---|-----------------|--|---|
| Vegetaci3n secundaria de selva mediana subperenifolia | 148.29          | 1.446  | 214.4273  |

Con base en la informaci3n proporcionada se considera que el servicio tiene una relevancia alta al representar la recarga de fuentes de agua, sin embargo el efecto que tendr3 el proyecto en el servicio ambiental no es significativo.

#### **IV.10.5. Protecci3n de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida**

La vegetaci3n que se pretende remover en el pol3gono del proyecto tiene una superficie de 1.5683 ha, por lo que no se pondr3 en riesgo la biodiversidad del SAR-AE debido a que las especies de importancia para su conservaci3n y entre la que se incluyen tres especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (ver siguiente tabla), se encuentran ampliamente distribuidas fuera del SAR-AE establecido.

**Tabla IV. 125** Especies reportadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, dentro del pol3gono del proyecto.

| Clase      | Familia    | Especie             | NOM-059-SEMARNAT-2010. |
|------------|------------|---------------------|------------------------|
| Liliopsida | Arecaceae  | Thrinax radiata     | A amenazada            |
| Reptilia   | Iguanidae  | Ctenosaura similis  | A amenazada            |
| Reptilia   | Colubridae | Leptophis mexicanus | A amenazada            |

Por otra parte el estudio de caracterizaci3n de fauna, demostr3 que como ocurre en la mayoría de los sitios el grupo de vertebrados m3s rico en especies fueron las aves, seguido de los reptiles, y en 3ltimo lugar se tienen los mamíferos. La mayoría de las especies que se registraron dentro del predio son especies generalistas, en el caso de las aves no se encontr3 evidencia de nidos, lo que nos indica que este grupo solo utiliza la zona del predio como zona de paso para alimentarse o de reposo.

Otro de los grupos que muestra este comportamiento son los mamíferos, se reporto la especie *Cuniculus paca* dentro del predio, algunos autores reportan que individuos de esta especie prefieren zonas boscosas bien conservadas con dosel cerrado (Govoni y Fielding, 2001; Ahumada *et al*, 2013), tambi3n se ha reportado que los individuos de estas especie tienen diferentes madrigueras (Aquino *et al*, 2009), que emplean en actividades particulares como descanso, dormitorios y sitios de huida. Jax *et al*, 2015 reportan la presencia de esta especie en sitios donde la vegetaci3n es relativamente densa y que no se tienen grandes carreteras en las proximidades, por lo que dentro del predio del proyecto se considera se tiene una de las madrigueras de descanso para el individuo de Tepezcuintle registrado, derivado de la poca perturbaci3n que presenta el predio. Guzm3n-Aguirre (2008) en su estudio sobre uso de h3bitat del Tepezcuintle en el Parque Estatal de la Sierra de Tabasco, encontr3 que los individuos de esta especie pueden tener cierta adaptabilidad conductual y habitar diversos h3bitats, ya que reporta evidencias de

que esta especie se encuentra tanto en selva mediana y alta perennifolia, como en acahuales con diferentes grados de perturbaci3n.

Al indagar en las especies que se registraron para el predio, en el grupo de los reptiles tenemos dos especies introducidas, una de ellas es *Hemidactylus frenatus* que la CONABIO reporta como una especie nativa de las Islas del Oci3no Pac3fico introducida en M3xico. Se le suele registrar asociada principalmente a los asentamientos humanos de zonas tropicales y subtropicales; adicionalmente en el predio (as3 como en el Sistema Ambiental Regional) se registr3 la especie *Anolis sagrei*, esta especie tambi3n esta reportada por la CONABIO como originaria de Cuba y Bahamas, pero como introducida en M3xico. Losos *et al* (1993) reportan que esta especie tiene gran capacidad de dispersi3n y en algunos sitios puede alcanzar altas densidades, por lo que se le considera una especie muy pl3stica ya que se adapta bien a distintos ambientes, aunque prefiere vegetaci3n abierta de sitios perturbados.

Con base en los fundamentos mencionados, la fauna que alberga la zona del proyecto, es fauna que no presenta ninguna especificidad por las condiciones del predio, es decir que consiste en especies de presencia generaliza e incluso son especies que indican cierto grado de perturbaci3n, por lo que es posible que esta fauna sea reubicada en otro sitio que cuente con las condiciones adecuadas a su biolog3a.

Por lo anterior, la ejecuci3n de este proyecto, no afectar3 las poblaciones de estas especies en el SAR-AE, debido a que la riqueza y abundancia de la biodiversidad es considerada baja y que las especies presentes cuentan con cierta plasticidad para adaptarse en otros ambientes que compartan caracter3sticas que se tienen en la zona del predio.



Adicionalmente, como ya se señaló, en la implantación del proyecto se considera la realización de medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales derivados del mismo. Se pretende conservar un hábitat favorable para la fauna asociada al tipo de vegetación presente en el predio, para la cual se mantendrá un área verde de 6,310.44 m<sup>2</sup>, y un área verde con vegetación natural correspondiente a 1,866.28 m<sup>2</sup>, las cuales suman una superficie total de 8,176.72 m<sup>2</sup> que podrá servir como áreas de refugio y protección.

Finalmente se puede asegurar que el desarrollo del proyecto no afectará al funcionamiento del ecosistema, se sabe que es un ecosistema complejo ya que interactúan factores naturales así como antrópicos, ya que las dimensiones del predio y las dimensiones proyectadas para el desarrollo turístico son mínimas comparadas con las dimensiones del SAR-AE y en general del ecosistema presente.

El equilibrio en el funcionamiento que ha alcanzado la zona turística de Cancún ha sido tal, que permite la compatibilidad de las diversas especies de flora y fauna con las diferentes actividades humanas. La zona es ampliamente fortalecida por la presencia de la Laguna Nichupté, que funciona como buffer de la temperatura, almacén de agua y alberga la biodiversidad. El desarrollo del proyecto no afectará de ninguna forma el actual funcionamiento de la Laguna Nichupté ya que las dimensiones del proyecto son mínimas comparadas con las dimensiones del SAR-AE.

#### **IV.10.6. Protección y recuperación de suelos**

La importancia de este servicio ambiental es considerada como de un valor bajo a nivel del SAR-AE debido a que en la zona delimitada no existen fenómenos de arrastre de suelo ocasionado por la pendiente y la lluvia, de tal manera que el suelo que se forma en una

zona permanece en ese sitio. La contribuci3n de la superficie para la cual se solicita el cambio de uso de suelo, a este servicio, es m3nima.

As3 mismo una vez que se realicen las medidas de mitigaci3n y el proyecto est3 en su etapa final la estimaci3n de p3rdida de suelo promedio anual es de 3.33659 ton/ha-a3o valor que incluso se sit3a por debajo del promedio de p3rdida anual en condiciones naturales el cual es de 7.3112 ton/ha-a3o. En base en lo anterior se considera que el servicio ambiental tiene una baja relevancia y el impacto una vez realizado el proyecto ser3 positivo.

En la siguiente tabla se muestra la estimaci3n de p3rdida de suelo promedio anual, sin proyecto, con proyecto sin aplicar medidas de mitigaci3n, y finalmente la estimaci3n de p3rdida de suelo promedio anual aplicando las medidas de mitigaci3n para la realizaci3n del proyecto.

**Tabla IV. 126** Estimaci3n de la p3rdida de suelo promedio anual bajo distintos escenarios.

| Estado de la superficie                                | Estimaci3n de p3rdida de suelo promedio anual (ton/ha-a3o) |
|--|--|
| Sin desarrollo del proyecto                            | 7.3112   |
| Con desarrollo del proyecto sin medidas de mitigaci3n. | 104.8598   |
| Con desarrollo del proyecto con medidas de mitigaci3n. | 3.33659  |

Los valores de p3rdida de suelo promedio anual una vez aplicando las medidas de mitigaci3n contempladas para la realizaci3n de este proyecto, se encuentran muy por

debajo del l3mite del rango de las clases de riesgo en p3rdida de suelo, siendo de nulo a ligero (menor a las 30 ton/ha-a3o), de acuerdo a la clasificaci3n de la FAO-UNESCO.

#### **IV.10.7. Amortiguamiento de los fen3menos naturales**

La vegetaci3n de matorral costero constituye una barrera protectora, que contribuye a minimizar la acci3n erosiva del agua y el viento, funcionando como una trampa de arena, adem3s de brindar protecci3n a las construcciones en caso de tormentas tropicales y huracanes, con una mayor relevancia en la zona debido a que es considerada como de alto riesgo de impacto de ciclones tropicales por el CENAPRED. Sin embargo la vegetaci3n natural de la zona se encuentra fuertemente fragmentada por el desarrollo urbano, con lo cual la capacidad de brindar el servicio de amortiguamiento ante fen3menos naturales se ve muy reducida.

Debido a lo anterior este servicio se considera de alta relevancia, no obstante el impacto se considera bajo con base en la poca extensi3n que representa la vegetaci3n del predio, aunado a esto la conservaci3n del matorral costero representa la protecci3n del 3ltimo relicto de este tipo de vegetaci3n de la zona. As3 mismo la altura del proyecto representara una barrera que contendr3 los vientos provenientes del oc3ano, con lo que la din3mica ecol3gica del sistema lagunar que se encuentra incluida en el SAR-AE y de la playa no se ver3 comprometida y el servicio ambiental que presta este tipo de vegetaci3n se ver3 apoyado por la infraestructura del proyecto.

#### **IV.10.8. Modulaci3n o regulaci3n clim3tica**

La cobertura vegetal del predio que ser3 removida no es significativa con respecto a la superficie del SAR-AE, en el cual se encuentran cuerpos de agua de grandes dimensiones los cuales fungen como reguladores clim3ticos, al aportar humedad y absorber la energ3a cal3rica.

A pesar de la vegetaci3n que ser3 removida dentro de los l3mites del pol3gono, las variables atmosf3ricas que determinan las condiciones clim3ticas del SAR-AE, tales como la humedad y la direcci3n de los vientos no se ver3n alteradas, por esta remoci3n. Se considera que la vegetaci3n presente en el pol3gono, juega un papel pr3cticamente nulo en la regulaci3n clim3tica del SAR-AE, por lo que este servicio es de baja relevancia, y el grado de afectaci3n ser3 muy bajo.

#### **IV.10.9. Paisaje y recreaci3n**

La belleza esc3nica es el valor intr3cnico del paisaje que conlleva la interacci3n de varios aspectos f3sicos, naturales y perceptuales ligados principalmente a la conservaci3n del patrimonio no solo del medio ambiente sino tambi3n al medio antr3pico.

Este recurso tiene un significado de valor econ3mico ya que es por la belleza esc3nica que muchos lugares pueden atraer a turistas que llegan al lugar para observar y admirar el paisaje.

La visibilidad es amplia ya que las curvas de nivel del predio muestran una pendiente muy reducida, con el desarrollo del proyecto la pendiente tender3 a cero, permitiendo que la visibilidad no se vea comprometida.

En cuanto a la transparencia atmosf3rica, se seguir3 considerando buena, ya que los elementos abi3ticos de gran relevancia paisaj3stica como lo son la costa y la zona del mar se seguir3n apreciando perfectamente dando una vista integradora y agradable.

Y por 3ltimo en cuanto a la fragilidad del paisaje (capacidad para absorber un cambio fuerte), se considera casi nula debido al retiro de la cubierta vegetal de las franjas costeras, y la escasa cobertura en predios colindantes. Cabe mencionar que en las colindancias del predio se han desarrollado previamente proyectos que modificaron con anterioridad el paisaje.

Se considera que la afectaci3n al paisaje se dar3 principalmente en cuanto a la calidad intr3nseca del mismo, la cual resulta media debido a que no hay una diversidad de topofomas, solo una topofoma domina el paisaje, la llanura la cual no permite establecer condiciones diversas de paisaje, asimismo en el 3rea de establecimiento del proyecto se presenta un mosaico dominado por suelos de uso urbano y algunas 3reas naturales.

Como se ha analizado anteriormente el lugar donde se construir3 el proyecto no modificara al paisaje del SAR, solo modificar3 un peque1o sector en la zona de sur, y solo ser3 percibido desde una visual externa al SAR.

La visual donde se ubicara el proyecto (VE\_2) sigue siendo la 3nica donde a3n la zona natural se encuentra en un mayor porcentaje, y dado que las otras 3 visuales ya se encuentran en forma antr3pica, esta tiene un significado a3n m3s emotivo para el observador, que puede ver una zona litoral en su forma natural sin la presencia de humanos y construcciones.

Es por ello que este servicio esc3nico recae en el afloramiento rocoso ya que es el 3nico elemento natural y original que a3n existe en toda la zona litoral de Canc3n.

#### **IV.11. Diagn3stico Ambiental**

De acuerdo con los resultados expuestos en el estudio geohidrol3gico para la zona de estudio, se pudo inferir un modelo conceptual del acuitardo de calcarenitas colgado semilibre que hacia la costa semiconfina el ac3ifero regional de calizas arrecifales. La capa de calcarenitas es semipermeable y tiene cierto contenido de agua subterr3nea; sin

embargo, la mayor cantidad de agua se encuentra en la capa de caliza arrecifal; por lo que estas zonas son más permeables y mejor aprovechables.

El agua del predio es de origen regional y en la superficie existe una mezcla de agua regional y meteórica (únicamente en la capa de calcarenita); en general el agua regional de la zona de estudio está influenciada por agua marina y su familia de agua es sódico clorurada. La litología es compleja debido a que los estratos tienen una inclinación similar al relieve topográfico del terreno.

El origen del agua subterránea en la caliza arrecifal es regional y viaja desde el W-NW del estado de Quintana Roo hasta las costas; sin embargo, el agua contenida en el espesor de calcarenita es una mezcla de agua meteórica atrapada en este acuitardo y agua marina. Esta idea se apoya en los resultados de los análisis químicos de agua subterránea; el resultado de las conductividades hidráulicas y el efecto de las mareas medido en los barrenos exploratorios.

La capa de calcarenita por ningún motivo debe ser objeto de extracciones y de aprovechamientos ya que tiene una permeabilidad muy baja y el agua “dulce” que puede encontrarse en el sistema es producto del almacenamiento del sistema granular, por lo que al ser sometido a esfuerzos, este almacenamiento puede disminuir y en algún momento tomar agua salobre salada del acuífero regional y dotar de agua con contenidos salinos importantes.

La conductividad hidráulica calculada debe ser tomada con precaución, ya que depende directamente del efecto de la marea medido en los barrenos exploratorios; y como se ha mencionado con anterioridad, todos los barrenos tienen una litología combinada (calcarenita y caliza arrecifal) y los resultados obtenidos son valores calculados de la interacción de ambas capas litológicas. Esto es importante ya que para los cálculos se ha tomado un promedio conservativo de dicho valor; sin embargo esta característica del

medio puede aumentar hasta su m3ximo de 12 500 m/d cuando existan discontinuidades y carstificaci3n en el acuífero.

Estos valores de conductividad son importantes ya que est3n directamente relacionados con la capacidad de producci3n de agua del acuífero, as3 como con la disponibilidad de agua en el acuífero; dicho lo anterior si se tiene alguna estructura que aumente la conductividad hidr3ulica aumentar3a la disponibilidad de agua en el acuífero regional.

Con respecto a la disponibilidad del agua del acuífero, como ya se ha seÑalado con anterioridad depende de la conductividad hidr3ulica del medio; se ha calculado un valor conservativo y puede aumentar de manera abrupta por la presencia de estructuras c3rsticas en el acuífero regional y discontinuidades. A su vez, se debe considerar que para el an3lisis solo se considera agua dulce salobre con S3lidos Disueltos Totales no mayores a 5.0 gr/L; por lo que no se considera en la disponibilidad del agua el agua salada; misma que se vuelve una opci3n cuando se desea aprovechar el agua de la zona costera. En resumen, al haber muy poca disponibilidad de agua dulce en el predio, el estudio concluye que se debe considerar de forma importante el extraer agua salobre y con un proceso de desalinizaci3n hacerla aprovechable.

Ahora bien, de acuerdo con el estudio geohidrol3gico, los diferentes tipos de an3lisis en la calidad del agua, se indican los tipos de agua a diferentes profundidades, que como ya se mencion3 anteriormente, a mayor profundidad del acuífero son mayores las concentraciones de agua salina. En este sentido, se encontr3 que en las profundidades de 9 a 12 metros existen sustratos de alta permeabilidad para favorecer la recarga del acuífero, pero tambi3n de intrusi3n salina.

Los resultados sugieren que el acuífero tiene influencia marina en todo el predio; la familia es s3dica clorurada, por lo que la concentraci3n de sodio y cloruros es dominante en los elementos disueltos. El diagrama Piper mostr3 que el agua tiene pr3cticamente la misma



composici3n en todo el predio. Se encontr3 que a una profundidad mayor a 10.5 metros de profundidad el tipo de agua es salada. Considerando que a esta profundidad comienzan las condiciones de salinidad, es de asumirse que la inyecci3n de residuos de salmuera deber3 de realizarse a una profundidad mucho mayor a esta en donde se encuentren las concentraciones de sales m3s altas del ac3ifero regional y en donde la influencia marina es mayor.

Con la finalidad de identificar el sitio m3s id3nea para estimar la profundidad 3ptima de inyecci3n de salmuera se llev3 a cabo el an3lisis qu3mico del agua subterr3nea. Buscando obtener agua del ac3ifero salobre regional de la zona de estudio y el agua cercana a la interfase salina, para observar la relaci3n existente con el agua marina de la l3nea de costa; se hicieron determinaciones de los elementos mayores ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{CHO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{-2}$ ,  $\text{CHO}_3^{-2}$ ) as3 como algunos par3metros sanitarios ( $\text{NO}_3^-$ ). Se observ3 que las muestras superficiales muestran menor contenido y conforme aumenta la profundidad las concentraciones de sal van aumentando (los resultados de cada uno de los par3metros se muestran de forma detallada dentro del estudio geohidrol3gico).

En este sentido, al inyectar la salmuera en las profundidades donde el ac3ifero presenta las condiciones de mayor salinidad no generar3 impacto sobre el ac3ifero regional, as3 como tampoco sobre los h3bitats que se encuentren en las inmediaciones.

Con respecto a la inundaci3n se puede inferir que el predio de estudio no tiene influencia de escurrimientos superficiales regionales y el 3rea del proyecto se encuentra alejada de los puntos de concentraci3n de dichas cuencas regional. Esto puede significar no tener problemas de inundaciones en las cuales se deba drenar el agua de una cuenca regional y asegura que no exista aporte importante de zonas m3s elevadas hacia el predio. Por otro lado, a nivel local se observan puntos de concentraci3n en el predio que sugieren encharcamientos y acumulaciones importantes de agua por efecto de escurrimiento; es

decir cualquier l3quido que este en la superficie del predio escurrir3 hacia dichos puntos bajos y se acumulara debido a las caracter3sticas de los estratos superficiales.

De igual forma, se tiene informaci3n relevante del potencial hidr3ulico, litolog3a y comportamiento hidr3ulico que sugiere que el agua subterr3nea del ac3ifero regional no tiene conexi3n hidr3ulica con el agua superficial que conforma el sistema lagunar y los encharcamientos formados por la precipitaci3n en la zona. De esta forma se puede afirmar que la zona del predio del proyecto no conforma una zona de recarga al ac3ifero regional, por lo tanto, la urbanizaci3n de la zona no pone en peligro la recarga subterr3nea del ac3ifero y adem3s se ha observado que de manera natural (humedal conformado por lodos impermeables) se tiene un coeficiente de escurrimiento de 0.70 similar a la de una zona impermeable.

La calidad del agua en la zona de Punta Nizuc indica niveles tr3ficos de buenos a regulares en la costa y de muy buenos en la parte marina, la parte con niveles tr3ficos malos se ubican cerca del canal Nizuc, donde desembocan las aguas de la Laguna Nichupt3-Boj3rquez.

Dentro del marco bi3tico la superficie donde se pretende desarrollar el proyecto representa un fragmento de vegetaci3n, debido a las actividades humanas, principalmente aquellas que han tenido que ver con el desarrollo humano. Esto ha originado que la vegetaci3n del pol3gono del proyecto sea considerado como una isla, separada por caminos y carreteras. Los dos tipos de vegetaci3n que se han determinado en el 3rea del proyecto son vegetaci3n secundaria arb3rea de selva mediana subperennifolia (69.87%) y vegetaci3n de matorral costero (19.87%), mismas que tambi3n se encontraron presentes en el SAR-AE.

De acuerdo con el trabajo de campo realizado en el 3rea del proyecto, este cuenta con un listado flor3stico de 30 especies, de las cuales 3nicamente la especie *Thrinax radiata*

(*palma chit*), se encuentra en categor3a de especie amenazada de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, cabe destacar que esta especie presenta una amplia distribuci3n, con presencia en la en la Pen3nsula de Yucat3n, y en pa3ses como Cuba, Florida, Bahamas, Honduras y las Islas Caim3n. A nivel SAR-AE las especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 son *Thrinax radiata* y dos especies de manglar (*Conocarpus erectus* y *Rhizophora mangle*) las cuales est3n asociadas al sistema lagunar Nichupt3, el cual est3 fuera del alcance del proyecto.

La vegetaci3n secundaria arb3rea de selva mediana subperennifolia, presente en el pol3gono del proyecto, se registraron un total de 22 especies, entre las que se incluyen cuatro especies maderables (*Bursera simaruba*, *Metopium brownei*, *Piscidia piscipula* y *Pouteria campechiana*), estas especies no cuentan con la altura y di3metros de una vegetaci3n conservada de selva mediana subperennifolia, y entre sus componentes est3n presentes especies representativas de vegetaci3n secundaria. De acuerdo con INEGI, las especies arb3reas de una selva mediana subperennifolia, tendr3an una estructura vertical de 25 a 35 metros, mientras que en el pol3gono del proyecto, la estructura vertical de la vegetaci3n es de un m3ximo de ocho metros, por lo que podr3amos decir que la vegetaci3n presente no ha permanecido como un fragmento conservado. Si se compara este tipo de vegetaci3n a nivel SAR-AE y pol3gono del proyecto, las diferencias no son tan evidentes en cuanto al n3mero de especies, la abundancia relativa y la estructura vertical en altura, por lo que se puede decir que este tipo de vegetaci3n tanto en el pol3gono del proyecto como en el SAR-AE establecido, presentan un deterioro derivado de la actividad antropog3nica.

La vegetaci3n de matorral costero en el 3rea del proyecto, present3 un total de 15 especies, entre las que destacan por su abundancia relativa: *Thrinax radiata*, *Bumelia retusa* y *Cordia sebestena*. De acuerdo con el muestreo de la vegetaci3n a nivel SAR-AE, el

pol3gono del proyecto presenta una mayor riqueza de especies, una vegetaci3n con mayor altura y una abundancia relativa mayor de especies, lo cual se puede deber a la influencia del desarrollo tur3stico Canc3n, el cual ha modificado el entorno natural, principalmente el matorral costero, debido a los grandes desarrollos tur3sticos en la zona de playa.

Entre las principales especies que se modificar3n debido al desarrollo del proyecto en el estrato arb3reo, arbustivo y herb3ceo son *Pouteria campechiana*, *Thrinax radiata* y *Cordia sebestena*. Estas especies tienen una amplia distribuci3n en M3xico y en otros pa3ses. A nivel SAR-AE estas especies tambi3n se encuentran bien representadas, por lo que los individuos que ser3n sometidos a cambio de uso de suelo, no vulneran a nivel nacional las poblaciones de estas especies. En el caso de *Thrinax radiata*, que es una especie amenazada, ser3 sometida al programa de rescate y reubicaci3n de flora.

Como medida para mitigar la erosi3n de suelo, la cual fue estimada en 104.85 ton/ha\*A3o debido al desarrollo del proyecto, se aplicaran medidas de mitigaci3n que consisten en 3reas ajardinadas en las que se establecer3 vegetaci3n producto del rescate de flora en una superficie de 0.40 ha, as3 como 3rea verde con vegetaci3n natural que no se modificara derivada del cambio de uso de suelo y la cual corresponde a matorral costero (0.18 ha), lo cual reduce considerablemente la estimaci3n de p3rdida de suelo a 3.33 ton/ha\*A3o, siendo nulo o ligero de acuerdo con la FAO-UNESCO.

El trabajo de campo realizado para la fauna en el pol3gono del proyecto registr3 un total de 28 especies, las clases registradas son reptilia con siete especies, mammalia con tres especies y aves con 18 especies. A nivel SAR-AE se registraron un total de 11 especies entre los que se incluyen aves, reptiles y un mam3fero. Cabe resaltar que no se registr3 la presencia de anfibios debido a la ausencia de cuerpos de agua en el pol3gono del proyecto, en el caso del SAR-AE el muestreo aleatorio present3 las mismas caracter3sticas. Si se

comparan la riqueza y abundancia, los valores son mayores en el pol3gono del proyecto, esto se puede deber a las barreras antr3picas, que han resguardado y permitido que ciertas especies de fauna prosperen. Cabe destacar que la clase aves present3 la mayor riqueza y abundancia relativa de la fauna muestreada tanto en el SAR-AE como en el pol3gono del proyecto.

En el SAR-AE se registr3 la presencia de *Bassariscus sumichrasti*, la cual fue una especie registrada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en categor3a de sujeta a protecci3n especial (Pr). Actualmente esta especie se encuentra distribuida en los estados de Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Quintana Roo y Veracruz; no es considerada end3mica de M3xico. En el pol3gono del proyecto se registr3 la presencia de dos especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, estas pertenecen a la clase reptilia y son *Ctenosaura similis* y *Leptophis mexicanus*, ambas en categor3a de amenazadas. Actualmente ambas especies presentan una distribuci3n en diferentes estados de la rep3blica y no son consideradas especies end3micas de M3xico. Las madriguras presentes en el pol3gono del proyecto son ocupadas por *Ctenosaura similis*. Cabe destacar que no se registro la presencia de nidos en el pol3gono del proyecto, por que se podr3a decir los registros de aves en el 3rea, puede ser como zona de paso o de alimentaci3n.

El paisaje dentro del SAR-AE, se mantiene en constante cambio debido a los procesos del desarrollo tur3stico de la zona de Canc3n. El paisaje pas3 de ser natural a ser antr3pico de tipo tur3stico, el cual est3 relacionado conjuntamente con un paisaje costero, marino y de manglar, esto quiero decir que el paisaje tur3stico no podr3a existir sin que primeramente se reconozcan los paisajes naturales.

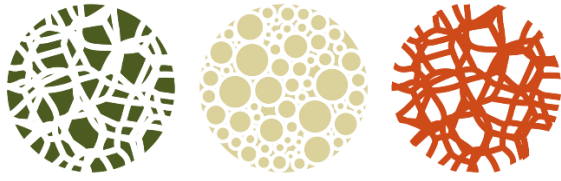
Como se mencion3 anteriormente en el an3lisis del paisaje, el SAR-AE fue dividido en unidades de paisaje, las cuales responden a una homogeneidad en las caracter3sticas de los elementos visuales, y ya que el 3rea del proyecto solo se ubicar3 en la unidad de paisaje de punta Nizuc, no existir3 una relaci3n visual con el resto del paisaje del SAR, por lo que no se ver3n afectados los paisajes naturales ni antr3picos, as3 tampoco la visibilidad ni la calidad paisaj3stica de los paisajes del SAR-AE.

No obstante, de acuerdo a la caracterizaci3n de los elementos de forma, composici3n y superficies del proyecto, los cambios se ver3n especialmente en la modificaci3n de la escala visual y formas, despu3s en texturas y colores. Por lo que el proyecto producir3 un cambio importante en cuesti3n de visibilidad y calidad paisaj3sticas dentro de la unidad de paisaje Punta Nizuc, principalmente para las visuales exteriores (del mar hacia la tierra), reduciendo as3 la belleza esc3nica natural del lugar.

La biodiversidad y los servicios ambientales que se presentan en el pol3gono del proyecto representan un conjunto de condiciones y procesos naturales que frecen las 3reas con vegetaci3n por su simple existencia. Los servicios ambientales que se originan en el pol3gono del proyecto son el aprovisionamiento de h3bitats para la protecci3n de la biodiversidad, conservaci3n del suelo, recarga del ac3ifero, captura de carbono, regulaci3n de cl3ma y generaci3n de ox3geno. Debido a esto fue necesario valorar la importancia de los servicios ambientales e implementar medidas de mitigaci3n para el que el cambio de uso de suelo solicitado no comprometa la biodiversidad a nivel SAR-AE, no incremente o provoque la erosi3n del suelo y no origine la disminuci3n o la calidad del agua entre otros. El resultado en conjunto de la afectaci3n de los servicios ambiental en el pol3gono del proyecto se considero bajo por dos puntos, el primero es que la superficie que ser3 sometida a cambio de uso de suelo representa el 0.79% de la superficie existen en el SAR-AE, por lo que se considera que la funcionalidad de los servicios ambientales se

mantendr3a al no se significativo el cambio de uso de suelo en el SAR-AE establecido, el segundo punto es la implementaci3n de medidas de mitigaci3n como los programas de rescate y reubicaci3n de flora y fauna los cuales pretenden el resguardo de especies de importancia ecol3gica o en la NOM-059-SEMARNAT-2010, as3 como el establecimiento de una superficie destinada a 3reas verdes, establecidas con especies nativas, la conservaci3nde vegetaci3n natural de matorral costero y la aplicaci3n de materiales permeables para recuperar la capacidad de infiltraci3n de agua, evitar la erosi3n de suelo y por lo tanto se reactive regulaci3n de los diversos ciclos biogeoqu3micos presentes en el pol3gono del proyecto.





qvgestiónambiental

# Capítulo V

IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS  
IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL  
SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL



## Contenido

|  |    |
|--|----|
| V. IDENTIFICACI3N, CARACTERIZACI3N Y EVALUACI3N DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL..... | 3  |
| V.1. Introducci3n.....   | 3  |
| V.2. Identificaci3n de impactos ambientales.....   | 7  |
| V.2.1. Acciones del proyecto, susceptibles de producir impactos ambientales .....  | 7  |
| V.2.2. Factores del entorno susceptibles de recibir impactos ambientales.....  | 9  |
| V.2.3. Identificaci3n de las interacciones proyecto-entorno .....  | 10 |
| V.2.4. Cribado y denominaci3n de las interacciones o impactos ambientales .....  | 13 |
| V.3. Valoraci3n de impactos ambientales.....   | 14 |
| V.3.1. Caracterizaci3n de Impactos ambientales: 3ndice de incidencia.....  | 14 |
| V.3.2. Determinaci3n de la significancia de los impactos ambientales.....  | 18 |
| V.3.3. Determinaci3n de la magnitud.....   | 19 |
| V.4. Descripci3n y an3lisis de los impactos ambientales.....   | 20 |
| V.5. Impactos acumulativos y residuales .....  | 36 |
| V.5.1. Impactos Residuales .....   | 36 |
| V.5.2. Impactos acumulativos.....  | 38 |
| V.6. Conclusiones .....  | 39 |

## **V. IDENTIFICACI3N, CARACTERIZACI3N Y EVALUACI3N DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL**

### **V.1. Introducci3n**

Con base en el an3lisis que se realiz3 en los apartados anteriores, en particular la delimitaci3n del Sistema Ambiental Regional (SAR) y 3rea de estudio, los eventos de cambio, y la caracterizaci3n, an3lisis y diagn3stico ambiental presentados, en este cap3tulo se identifican, se describen y se eval3an los impactos ambientales que generar3 la interacci3n del desarrollo del proyecto en el SAR y AE.

Existen numerosas t3cnicas para la identificaci3n y evaluaci3n de las interacciones proyecto-entorno; sin embargo, cualquier evaluaci3n de impacto ambiental debe describir la acci3n generadora del impacto, predecir la naturaleza y magnitud de los efectos ambientales en funci3n a la caracterizaci3n del SAR y AE, interpretar los resultados y establecer medidas para prevenir los efectos negativos en el mismo. Por lo anterior, se desarroll3 una metodolog3a que garantizara la estimaci3n de los efectos provocados por la ejecuci3n del proyecto, y que permitiera reducir en gran medida la subjetividad en la detecci3n y valoraci3n de los impactos ambientales generados por el mismo.

Derivado de ello, el an3lisis permiti3 determinar las afectaciones y modificaciones que se presentaran sobre los componentes ambientales del SAR y AE, as3 como su relevancia en t3rminos de la definici3n de impacto ambiental relevante conforme a la fracci3n IX del

Art3culo 3 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluaci3n del Impacto Ambiental (REIA)<sup>1</sup>.

Derivado de lo anterior, se presenta a continuaci3n, de manera esquem3tica, un diagrama de flujo del proceso metodol3gico dise1ado para el proyecto (ver Figura V.1), y que se llev3 a cabo para la evaluaci3n de los impactos ambientales previstos por su desarrollo, considerando dentro de este proceso metodol3gico tres funciones anal3ticas principales:

- a) Identificaci3n
- b) Caracterizaci3n y Evaluaci3n
- c) Descripci3n

En este orden de ideas, se consider3 la informaci3n derivada del an3lisis del proyecto, identificando sus fases y en particular las acciones que pueden desencadenar impactos ambientales en los componentes del SAR y AE, considerando para ello la informaci3n expuesta en el Cap3tulo II sobre las obras y actividades a desarrollar y los usos de suelo que se pretenden dar al sitio, as3 como la informaci3n del Cap3tulo IV sobre la delimitaci3n del SAR y AE, y la descripci3n de sus componentes ambientales. Posteriormente, se identificaron las relaciones causa-efecto, que en s3 mismas son los impactos potenciales cuya significancia se estim3 m3s adelante. Las relaciones causa-efecto se identificaron con la ayuda de grafos realizados para el proyecto, que se describen y presentan dentro del

---

<sup>1</sup> IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acci3n del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los dem3s seres vivos, as3 como la continuidad de los procesos naturales

apartado de la metodolog3a empleada para la identificaci3n de impactos ambientales del Cap3tulo IX.

Una vez identificadas las relaciones causa–efecto, se elabor3 un cribado para posteriormente determinar su denominaci3n; es decir, se establecen los impactos ambientales como frases que asocian la alteraci3n del entorno derivada de una acci3n humana, elaborando as3 un listado de las interacciones proyecto-entorno (impactos ambientales), para poder as3 determinar el 3ndice de incidencia que se refiere a la severidad y forma de la alteraci3n, la cual se define por una serie de atributos de tipo cualitativo que caracterizan dicha alteraci3n, para lo cual se utilizaron los atributos y el algoritmo propuesto por G3mez-Orea (2002), y jerarquizando as3, los impactos ambientales con el 3ndice de incidencia. A partir del 3ndice de incidencia y la magnitud de cada impacto ambiental, se hace un an3lisis de la relevancia o significancia de los impactos ambientales, misma que se eval3a a trav3s de una serie de criterios y de la calidad ambiental de los componentes, siempre relacionado a su efecto eco sist3mico para poder as3 valorar, y posteriormente describir, los impactos ambientales de todo el proyecto sobre el SAR y AE, finalizando el cap3tulo con las conclusiones del mismo.

Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B Regional para el proyecto  
 “Hotel Riviera Canc3n”

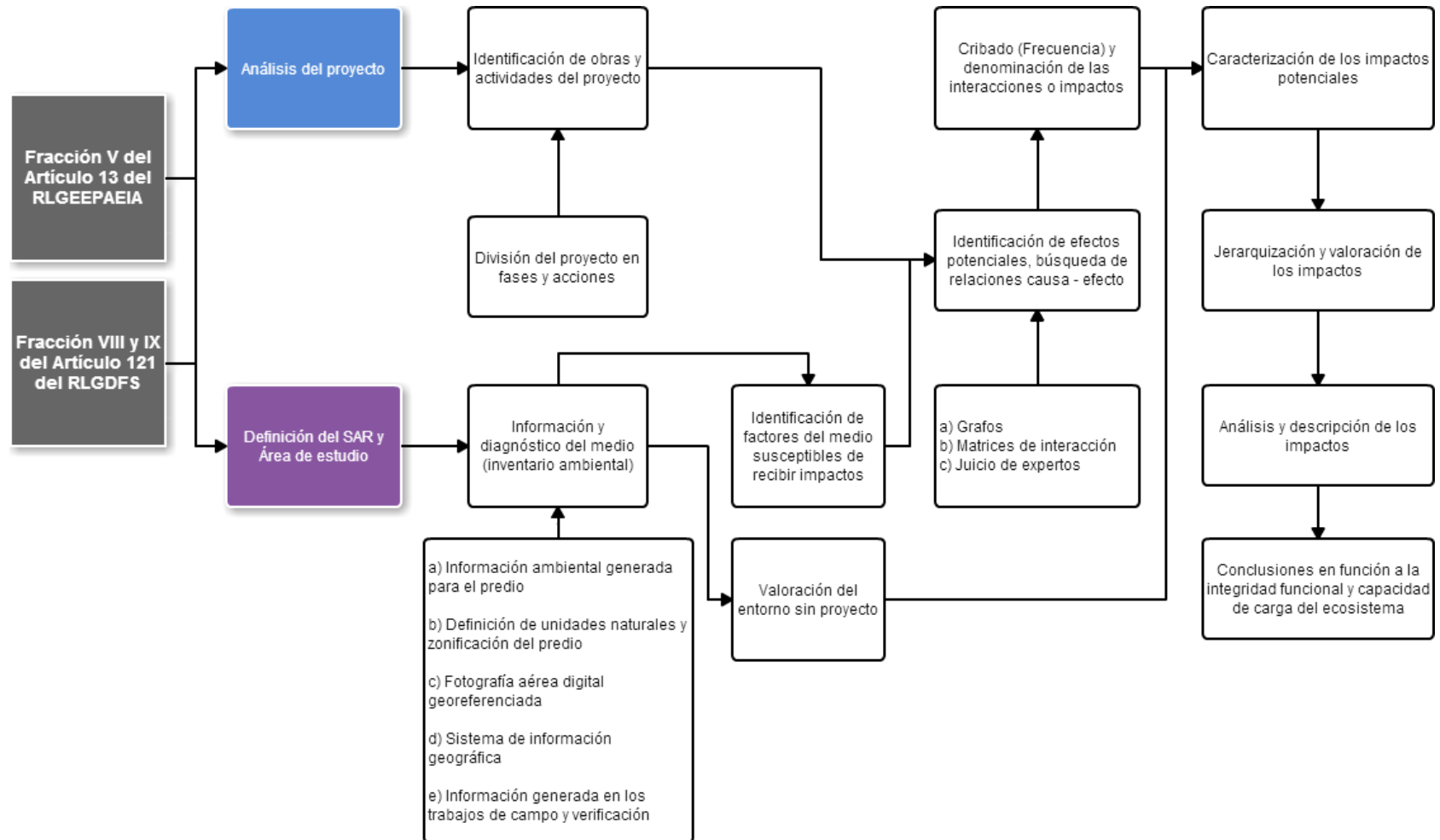


Figura V.2. Diagrama de flujo del proceso metodol3gico.

## **V.2. Identificación de impactos ambientales**

Como ya fue mencionado, se diseñó un proceso metodológico, descrito a detalle en el Capítulo IX, para identificar cada uno de los factores y componentes que pueden resultar afectados por alguna obra o actividad del proyecto, de manera que se haga un análisis de las interacciones que se producen entre ambos.

### **V.2.1. Acciones del proyecto, susceptibles de producir impactos ambientales**

Se entiende por acción, en general, la parte activa que interviene en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental (Gómez-Orea, 2002). Para determinar dichas acciones, se desagrega el proyecto en dos niveles: las etapas y las acciones concretas.

**Etapas:** se refieren a las que forman la estructura vertical del proyecto, y son las siguientes:

- a. Preparación del sitio.
- b. Construcción.
- c. Operación y mantenimiento.

Cabe indicar que se estima una vida útil de 50 años para el proyecto, y con su mantenimiento no se considera la etapa de abandono del lugar.

**Acciones concretas:** las acciones se refieren a una causa simple, concreta, bien definida y localizada de impacto.



Bajo el contexto anterior, se tiene que las acciones concretas derivan de las actividades propias de la ejecuci3n de las siguientes obras:

**Tabla V. 1.** Obras y actividades del proyecto.

|  |
|--|
| <b>Obras</b>   |
| Edificio principal y complementario  |
| Planta desalinizadora  |
| <b>Áreas Abiertas</b>  |
| Áreas jardinadas   |
| Albercas   |
| Asoleaderos  |
| Plaza  |
| Escaleras, rampas, banquetas, calle, estacionamiento                           |
| <b>Pozos</b>   |
| Pozos de extracci3n y de rechazo   |
| Pozos de inyecci3n de agua pluvial   |
| <b>Obras y actividades provisionales y asociadas</b>                           |
| Comedor, ba3os, bodegas, oficinas, 3reas de residuos peligrosos y de reciclaje |

Cabe destacar que para efectos de la identificaci3n de impactos ambientales, en la tabla siguiente se agrupan y organizan las obras descritas en la tabla V.1, diferenciando las obras en sus tres etapas.

**Tabla V. 2.** Etapas y acciones del proyecto.

| Fases/Etapas                 | Acciones  |
|------------------------------|---|
| <b>Preparaci3n del sitio</b> | Trazo y delimitaci3n de 3reas   |
|                              | Limpieza del terreno, desmonte y despalme   |
|                              | Excavaci3n, compactaci3n, nivelaci3n, cortes y rellenos   |
| <b>Construcci3n</b>          | Obras (edificaci3n principal, obras de servicio y planta desalinizadora)                          |
|                              | Infraestructura de servicios (instalaci3n hidr3ulica, el3ctrica, etc.)                            |
|                              | Acondicionamiento de pozos de extracci3n y de rechazo de agua, pozos de inyecci3n de agua pluvial |

| Fases/Etapas              | Acciones  |
|---------------------------|---|
|                           | Áreas abiertas (áreas vedes, plaza, etc.)<br>Accesos, caminos internos y banquetas        |
| Operaci3n y mantenimiento | Operaci3n y mantenimiento de edificaciones  |
|                           | Operaci3n y mantenimiento de pozos  |
|                           | Manejo de residuos (s3lidos, l3quidos-incluyendo salmueras, as3 como residuos peligrosos) |
|                           | Planta desalinizadora (extracci3n de agua salobre)  |

### V.2.2. Factores del entorno susceptibles de recibir impactos ambientales

Se denomina entorno a la parte del medio ambiente que interacciona con el proyecto en t3rminos de fuentes de recursos y materias primas, soporte de elementos f3sicos y receptores de efluentes a trav3s de los vectores ambientales aire, suelo, agua, flora y fauna (G3mez-Orea 2002), as3 como las consideraciones de 3ndole social. Para el caso del proyecto, conforme a la informaci3n manifestada en el Cap3tulo IV del presente DTU, y derivado de la complejidad del entorno, y de su car3cter de sistema, los componentes del entorno se desglosan en varios niveles hasta obtener los factores muy simples y concretos:

**Tabla V. 3.** Componentes y factores del entorno.

| Medio      | Componente                    | Factor   |
|------------|-------------------------------|--|
| Abi3tico   | Suelo                         | Cantidad   |
|            |                               | Calidad  |
|            | Geo formas                    | Relieve y afloramiento rocoso  |
|            | Aire                          | Ruido  |
|            |                               | Calidad (polvo, gases)   |
|            | Agua (hidrolog3a subterr3nea) | Cantidad   |
| Calidad    |                               |  |
| Bi3tico    | Vegetaci3n                    | Cobertura vegetal incluyendo a las especies incorporadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 |
|            | Fauna                         | Distribuci3n   |
|            |                               | H3bitat  |
| Perceptual | Paisaje                       | Recurso esc3nico natural   |

### **V.2.3. Identificaci3n de las interacciones proyecto-entorno**

Para el desarrollo de la presente secci3n, se consideraron las siguientes t3cnicas, ya conocidas y reportadas en la bibliograf3a:

- a) Grafos o redes de interacci3n causa-efecto.
- b) Matrices de interacci3n.
- c) Juicio de expertos.

En el Cap3tulo IX se describen cada una de las herramientas anteriormente enlistadas.

#### **V.2.3.1. Matrices de interacci3n**

La *Matriz de Identificaci3n de interacciones*, la cual permite identificar los impactos negativos que generar3 el proyecto, evidenciando qu3 componente es el m3s afectado por el desarrollo del proyecto y la etapa del desarrollo del mismo que generar3 m3s efectos positivos o negativos, as3 como la cuantificaci3n de las acciones que generar3n con mayor frecuencia cada impacto identificado, esta primera matriz apoya el an3lisis del grafo, enmarcado en todo momento por el juicio de expertos.

Las interacciones negativas ser3n identificadas en celdas color azul, mientras que las interacciones positivas se identificar3n con celdas verdes.

Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B Regional para el proyecto  
"Hotel Riviera Canc3n"

Tabla V. 4. Matriz de Identificaci3n de interacciones.

| Componentes y factores                |   | Suelo    |         | Geo formas                    | Aire  |         | Hidrología subterránea |          | Vegetaci3n        | Fauna        |         | Perceptual | Interacciones |           |       |
|---------------------------------------|---|----------|---------|-------------------------------|-------|---------|------------------------|----------|-------------------|--------------|---------|------------|---------------|-----------|-------|
|                                       |   | Cantidad | Calidad | Relieve y afloramiento rocoso | Ruido | Calidad | Calidad                | Cantidad | Cobertura vegetal | Distribuci3n | Hábitat | Paisaje    | Positivas     | Negativas | Total |
| Etapa y acciones                      |   |          |         |                               |       |         |                        |          |                   |              |         |            |               |           |       |
| Preparaci3n del sitio                 | Trazo y delimitaci3n de áreas                           |          |         |                               |       |         |                        |          | 1                 | 1            |         |            | 0             | 2         | 19    |
|                                       | Limpieza de terreno, desmonte y despalme                | 1        | 1       |                               | 1     | 1       |                        |          | 1                 | 1            | 1       | 1          | 0             | 8         |       |
|                                       | Excavaci3n, compactaci3n, nivelaci3n, cortes y rellenos | 1        | 1       | 1                             | 1     | 1       | 1                      |          |                   | 1            | 1       | 1          | 0             | 9         |       |
| Construcci3n                          | Obras (edificaciones)                                   |          | 1       |                               | 1     | 1       | 1                      |          |                   |              |         |            | 0             | 4         | 15    |
|                                       | Infraestructura de servicios                            |          | 1       |                               |       | 1       | 1                      |          |                   |              |         |            | 0             | 3         |       |
|                                       | Acondicionamiento de pozos                              |          | 1       |                               |       | 1       | 1                      |          |                   |              |         |            | 0             | 3         |       |
|                                       | Áreas abiertas  |          | 1       |                               |       |         |                        |          | 1                 |              |         |            | 2             | 0         |       |
|                                       | Accesos, caminos internos y banquetas                   |          | 1       |                               |       | 1       | 1                      |          |                   |              |         |            | 0             | 3         |       |
| Operaci3n y mantenimiento             | Operaci3n y mantenimiento de edificaciones y pozos      |          |         |                               | 1     | 1       |                        |          |                   |              |         | 1          | 0             | 3         | 8     |
|                                       | Manejo de residuos                                      |          | 1       |                               |       |         | 1                      |          |                   |              |         | 1          | 0             | 3         |       |
|                                       | Planta desalinizadora/ inyecci3n de agua pluvial        |          |         |                               |       |         | 1                      | 1        |                   |              |         |            | 0             | 2         |       |
| Total de interacciones por componente |   | 2        | 8       | 1                             | 4     | 7       | 7                      | 1        | 3                 | 3            | 2       | 4          |               |           | 42    |
|                                       |   | 10       |         | 1                             | 11    |         | 8                      |          | 3                 | 5            |         | 4          | 2             | 40        |       |

En la Tabla V.4 correspondiente a la *Matriz de identificaci3n de interacciones*, se determinaron las relaciones proyecto-entorno, desglosando el proyecto en etapas y 3stas a su vez en acciones concretas que pudieran afectar al entorno, el que a su vez se expres3 como componentes y factores que pudieran verse afectados por las acciones del proyecto.

Al final se identificaron un total de 42 interacciones, de las cuales 40 son interacciones negativas: 19 que corresponden a la etapa de preparaci3n del sitio, 13 a la etapa de construcci3n, 8 a la etapa de operaci3n y mantenimiento. Y 2 interacciones positivas en la etapa de construcci3n.

As3 mismo se obtuvieron y contabilizaron las interacciones que tendr3 el proyecto a cada uno de los componentes: 10 para suelo, 1 para geo formas, 11 para aire, 8 para hidrolog3a subterr3nea, 3 para vegetaci3n, 5 para fauna y 4 interacciones para el componente perceptual.

**Tabla V. 5.** Resumen de la Matriz de identificaci3n de interacciones

| Factor y componente     |                        | Etapas |   | Preparaci3n del sitio |   | Construcci3n |   | Operaci3n y mantenimiento |           | Interacciones |  |  |
|-------------------------|------------------------|--------|---|-----------------------|---|--------------|---|---------------------------|-----------|---------------|--|--|
|                         |                        | N      | P | N                     | P | N            | P | Negativas                 | Positivas | Totales       |  |  |
| Abi3tico                | Suelo                  | 4      | 0 | 4                     | 1 | 1            | 0 | 9                         | 1         | 10            |  |  |
|                         | Geo formas             | 1      | 0 | 0                     | 0 | 0            | 0 | 1                         | 0         | 1             |  |  |
|                         | Aire                   | 4      | 0 | 5                     | 0 | 2            | 0 | 11                        | 0         | 11            |  |  |
|                         | Hidrolog3a subterr3nea | 1      | 0 | 4                     | 0 | 3            | 0 | 9                         | 1         | 8             |  |  |
| Bi3tico                 | Vegetaci3n             | 2      | 0 | 0                     | 1 | 0            | 0 | 2                         | 1         | 3             |  |  |
|                         | Fauna                  | 5      | 0 | 0                     | 0 | 0            | 0 | 5                         | 0         | 5             |  |  |
|                         | Perceptual             | 2      | 0 | 0                     | 0 | 2            | 0 | 4                         | 0         | 4             |  |  |
| Interacciones por etapa |                        | 19     | 0 | 13                    | 2 | 8            | 0 | 40                        | 2         | 42            |  |  |
|                         |                        | 19     |   | 15                    |   | 8            |   |                           |           |               |  |  |

#### V.2.4. Cribado y denominaci3n de las interacciones o impactos ambientales

De las interacciones encontradas en la matriz anteriormente presentada, se realiz3 un cribado; es decir, se analizan cu3les son los efectos que resultan de dichas interacciones entre las obras o actividades y los factores ambientales que se intervienen. Para el caso del proyecto se tienen 8 impactos ambientales (negativos).

En la siguiente tabla se enlistan los impactos ambientales identificados, mencionando las causas que lo producen.

**Tabla V. 6.** Identificaci3n de Impactos ambientales por factor y componente ambiental.

| Componente                    | Factor ambiental              | Impacto  | Producido  |
|-------------------------------|-------------------------------|--|--|
| Suelo                         | Calidad                       | Contaminaci3n del suelo  | Por el inadecuado manejo de residuos (s3lidos, l3quidos y peligrosos)                                      |
|                               | Cantidad                      | P3rdida de suelo   | Por desmonte, despalme   |
| Geo formas                    | Relieve y afloramiento rocoso | Afectaci3n al relieve y afloramiento rocoso  | Por excavaciones en el terreno   |
| Aire                          | Ruido                         | Contaminaci3n ac3stica   | Por el aumento de decibeles en el ambiente   |
|                               | Calidad                       | Contaminaci3n atmosf3rica  | Por emisi3n de polvo y gases de combusti3n   |
| Agua (hidrolog3a subterr3nea) | Cantidad                      | Disminuci3n de la disponibilidad de agua subterr3nea   | Por la extracci3n de agua  |
|                               | Calidad                       | Contaminaci3n del agua subterr3nea   | Por inadecuado manejo de residuos (descarga de salmuera, derrame aceites o hidrocarburos y otros residuos) |
| Vegetaci3n                    | Cobertura vegetal             | P3rdida de cobertura vegetal, incluyendo especies vegetales en la NOM-059-SEMARNAT-2010              | Por la remoci3n de la cobertura vegetal de selva mediana subperennifolia y matorral costero                |
| Fauna                         | Distribuci3n                  | Desplazamiento de Individuos de especies de fauna (incluyendo especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 ) |  |
|                               | H3bitat                       | Afectaci3n al h3bitat  |  |
| Perceptual                    | Paisaje                       | Modificaci3n del paisaje natural   | Por la construcci3n del proyecto   |

### V.3. Valoración de impactos ambientales

Según Gómez-Orea (2002), el valor de un impacto ambiental mide la gravedad de éste cuando es negativo y el “grado de bondad” cuando es positivo; en uno u otro caso, el valor se refiere a la cantidad, calidad, grado y forma en que un factor ambiental es alterado y al significado ambiental de dicha alteración. Se puede concretar en términos de magnitud y de incidencia de la alteración.

- a) La **magnitud** representa la cantidad y calidad del factor modificado, en términos relativos al marco de referencia adoptado<sup>2</sup>.
- b) La **incidencia** se refiere a la severidad: grado y forma, de la alteración, la cual viene definida por la intensidad y por una serie de atributos de tipo cualitativo que caracterizan dicha alteración que son los siguientes: consecuencia, acumulación, sinergia, momento, reversibilidad, periodicidad, permanencia y recuperabilidad.

#### V.3.1. Caracterización de Impactos ambientales: índice de incidencia.

Como se mencionó anteriormente, la incidencia se refiere a la severidad y forma de la alteración, la cual viene definida por una serie de atributos de tipo cualitativo que caracterizan dicha alteración, por lo que tomando como base el juicio de expertos, la *Matriz de Identificación de interacciones* (Tabla V. 4), el grafo que le dio origen (Anexo IX), y tabla de *Identificación de impactos ambientales por componente y factor ambiental* (Tabla V. 6), se generó la *Matriz de caracterización de impactos ambientales* (Tabla V. 8) donde a dichos impactos ambientales se les atribuye un índice de incidencia que variará de 0 a 1, mediante

---

<sup>2</sup> Marco de referencia: espacio geográfico en relación con el cual se estima el valor de un impacto ambiental, que para el caso de esta Documento Técnico Unificado, se refiere al SAR y Área de Estudio definidos.

la aplicación del modelo conocido que se describe a continuación, el cual fue propuesto por Gómez Orea (2002)<sup>3</sup>, de manera que la autoridad pueda replicar los impactos ambientales identificados para el proyecto.

Para obtener el índice de incidencia se realizó la siguiente metodología, la cual se describe a detalle en el Capítulo IX.

- Primeramente se caracterizó el tipo de impacto ambiental con ciertos atributos, y asignándole valores según el criterio para cada uno de ellos.

**Tabla V. 7.** Atributos de los impactos ambientales.

| Atributo             | Carácter del atributo | Valor o calificación |
|----------------------|-----------------------|----------------------|
| Signo del efecto     | Benéfico              | Positivo (+)         |
|                      | Perjudicial           | Negativo (-)         |
| Extensión (E)        | Puntual               | 1                    |
|                      | Parcial o Total       | 3                    |
| Consecuencia (C)     | Directo               | 3                    |
|                      | Indirecto             | 1                    |
| Acumulación (A)      | Simple                | 1                    |
|                      | Acumulativo           | 3                    |
| Sinergia (S)         | No sinérgico          | 1                    |
|                      | Sinérgico             | 3                    |
| Momento o tiempo (T) | Corto Plazo           | 1                    |
|                      | Mediano Plazo         | 2                    |
|                      | Largo Plazo           | 3                    |
| Reversibilidad (Rv)  | Reversible            | 1                    |
|                      | Entre 1 y 3 años      | 2                    |
|                      | Irreversible          | 3                    |
| Periodicidad (Pi)    | Periódico             | 3                    |

<sup>3</sup> Domingo Gómez Orea (2002), página 330.



| Atributo             | Carácter del atributo | Valor o calificación |
|----------------------|-----------------------|----------------------|
|                      | Aparición irregular   | 1                    |
| Permanencia (Pm)     | Permanente            | 3                    |
|                      | Temporal              | 1                    |
| Recuperabilidad (Rc) | Recuperable           | 1                    |
|                      | Irrecuperable         | 3                    |

- Seguido de la caracterización se procedió a hacer la sumatoria de los valores de cada atributo, para poder obtener la Incidencia (I) y así determinar el índice de Incidencia, el cual responde a la siguiente formula:

$$\text{índice de incidencia} = \frac{I - I_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}}$$

Como resultado de la aplicación de los pasos descritos, se obtuvo la *Matriz de Caracterización de impactos ambientales* (Tabla V. 8), misma que permite:

- Evaluar los impactos ambientales en función al índice de incidencia.
- Conocer los componentes ambientales más afectados por el proyecto.

**Tabla V. 8.** Matriz de caracterizaci3n de Impactos ambientales.

| Componente                    | Factor                        | Impacto  | Signo del efecto | Extensi3n (E) | Consecuencia (C) | Acumulaci3n (A) | Sinergia (S) | Momento o Tiempo (T) | Reversibilidad (Rv) | Periodicidad (Pl) | Permanencia (Pm) | Recuperabilidad (Ri) | Incidencia | 3ndice de incidencia |
|-------------------------------|-------------------------------|--|------------------|---------------|------------------|-----------------|--------------|----------------------|---------------------|-------------------|------------------|----------------------|------------|----------------------|
| Suelo                         | Calidad                       | Contaminaci3n del suelo  | N                | 1             | 3                | 3               | 1            | 2                    | 1                   | 3                 | 1                | 1                    | 16         | <b>0.389</b>         |
|                               | Cantidad                      | P3rdida de suelo   | N                | 3             | 3                | 3               | 1            | 1                    | 3                   | 1                 | 3                | 3                    | 21         | <b>0.667</b>         |
| Geo formas                    | Relieve y afloramiento rocoso | Afectaci3n al relieve y al afloramiento rocoso   | N                | 1             | 3                | 3               | 1            | 1                    | 3                   | 1                 | 3                | 3                    | 19         | <b>0.556</b>         |
| Aire                          | Ruido                         | Contaminaci3n ac3stica   | N                | 1             | 3                | 3               | 1            | 3                    | 1                   | 3                 | 3                | 1                    | 19         | <b>0.556</b>         |
|                               | Calidad                       | Contaminaci3n atmosf3rica  | N                | 1             | 3                | 3               | 1            | 3                    | 1                   | 3                 | 3                | 1                    | 19         | <b>0.556</b>         |
| Agua (hidrolog3a subterr3nea) | Cantidad                      | Disminuci3n de la disponibilidad de agua subterr3nea   | N                | 1             | 3                | 3               | 1            | 3                    | 3                   | 3                 | 3                | 1                    | 21         | <b>0.667</b>         |
|                               | Calidad                       | Contaminaci3n del agua subterr3nea   | N                | 1             | 3                | 3               | 1            | 3                    | 3                   | 3                 | 3                | 1                    | 21         | <b>0.667</b>         |
| Vegetaci3n                    | Cobertura Vegetal             | P3rdida de cobertura vegetal, incluyendo especies vegetales en la NOM-059-SEMARNAT-2010                          | N                | 3             | 3                | 3               | 1            | 1                    | 3                   | 1                 | 3                | 3                    | 21         | <b>0.667</b>         |
| Fauna                         | Distribuci3n                  | Desplazamiento de individuos de especies de fauna, incluyendo individuos de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 | N                | 1             | 3                | 3               | 3            | 1                    | 3                   | 1                 | 1                | 1                    | 17         | <b>0.444</b>         |
|                               | H3bitat                       | Afectaci3n al h3bitat  | N                | 3             | 3                | 3               | 1            | 1                    | 3                   | 1                 | 3                | 3                    | 21         | <b>0.667</b>         |
| Perceptual                    | Paisaje                       | Modificaci3n del paisaje natural   | N                | 3             | 3                | 3               | 1            | 1                    | 3                   | 1                 | 3                | 3                    | 21         | <b>0.667</b>         |

### V.3.2. Determinaci3n de la significancia de los impactos ambientales.

Con base en la definici3n de impacto ambiental significativo del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluaci3n del Impacto Ambiental en su fracci3n IX del Art3culo 3, y en los criterios jur3dicos y ambientales, descritos a trav3s del Cap3tulo IX, a continuaci3n se acotan las categor3as propuestas para la significancia del impacto, con base en los valores obtenidos para el 3ndice de incidencia de cada impacto.

**Tabla V. 9.** Categor3as de relevancia de los Impactos ambientales

| Categor3a de Significancia | Interpretaci3n   | Intervalo de valores del 3ndice de incidencia |
|----------------------------|--|---|
| No relevantes              | Alteraciones de muy bajo impacto a componentes o procesos que no comprometen la integridad de los mismos.                    | Menor a 0.33                                  |
| No significativo           | Se afectan procesos o componentes sin poner en riesgo los procesos o estructura de los ecosistemas de los que forman parte.  | 0.34 a 0.65                                   |
| Significativo              | Se pueden generar alteraciones que sin medidas afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SAR.     | 0.660 a 0.800                                 |
| Muy significativo          | Se pueden generar alteraciones que aun con medidas afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SAR. | Mayor a 0.800                                 |

A partir de la categor3a de significancia se realiz3 la tabla de *Jerarquizaci3n de Impactos Ambientales* (ver Tabla V. 10), la cual es una variante de la *Matriz de caracterizaci3n de impactos ambientales* (Tabla V. 8) en la que se ordenan los impactos ambientales de mayor a menor 3ndice de incidencia, para una mejor visualizaci3n de la jerarqu3a de los mismos, asign3ndoles el c3digo de color seg3n su significancia.

**Tabla V. 10.** Jerarquizaci3n de impactos ambientales.

| Componente                    | Factor                        | Impacto  | Índice de incidencia |
|-------------------------------|-------------------------------|--|----------------------|
| Vegetaci3n                    | Cobertura Vegetal             | P3rdida de cobertura vegetal, incluyendo especies vegetales en la NOM-059-SEMARNAT-2010                          | 0.667                |
| Agua (hidrología subterránea) | Cantidad                      | Disminuci3n de la disponibilidad de agua subterránea   | 0.667                |
|                               | Calidad                       | Contaminaci3n del agua subterránea   | 0.667                |
| Suelo                         | Cantidad                      | P3rdida de suelo   | 0.667                |
| Fauna                         | Hábitat                       | Afectaci3n al hábitat  | 0.667                |
| Perceptual                    | Paisaje                       | Modificaci3n del paisaje natural   | 0.667                |
| Geo formas                    | Relieve y afloramiento rocoso | Afectaci3n al relieve y al afloramiento rocoso   | 0.556                |
| Aire                          | Ruido                         | Contaminaci3n acústica   | 0.556                |
|                               | Calidad                       | Contaminaci3n atmosférica  | 0.556                |
| Fauna                         | Distribuci3n                  | Desplazamiento de individuos de especies de fauna, incluyendo individuos de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 | 0.444                |
| Suelo                         | Calidad                       | Contaminaci3n del suelo  | 0.389                |

### V.3.3. Determinaci3n de la magnitud

Como se mencion3n anteriormente, el valor de un impacto ambiental se expresa en t3rminos de la incidencia y la magnitud, por lo que estas característic3s definen la relevancia del impacto.

La **magnitud**, representa la cantidad y calidad del factor modificado, en t3rminos relativos al marco de referencia adoptado<sup>4</sup>, misma que para el proyecto, se expresará en t3rminos de la extensi3n de la alteraci3n al componente en relaci3n al SAR y AE. A trav3s del Capítulo IX, se describen a detalle los criterios que fueron empleados para la

<sup>4</sup> Marco de referencia: espacio geogr3fico en relaci3n con el cual se estima el valor de un impacto, que para el caso de este Documento T3cnico Unificado, se refiere al SAR y Área de Estudio definidos.

caracterizaci3n de los impactos ambientales identificados, como son los criterios: jur3dico, eco sist3micos (integridad funcional), calidad ambiental (percepci3n del valor ambiental) y capacidad de carga.

#### **V.4. Descripci3n y an3lisis de los impactos ambientales.**

En el an3lisis y descripci3n de los impactos ambientales se incluyeron los impactos ambientales Significativos y No significativos debido a su valor ambiental que le compete.

El an3lisis se presenta para cada impacto ambiental, describiendo los siguientes elementos:

- a) Impacto ambiental
- b) Componente y factor afectados
- c) Etapas del proyecto donde se producir3 el impacto
- d) 3ndice de incidencia con color que determina la relevancia asignada
- e) Descripci3n y justificaci3n para dicha determinaci3n

A continuaci3n se presenta la descripci3n de los impactos ambientales obtenidos para el proyecto.

**IMPACTO AMBIENTAL** **Perdida de la cobertura vegetal, incluyendo especies vegetales en la NOM-SEMARNAT-2010**

| Índice de incidencia | Componente | Factor            | Etapas   |
|----------------------|------------|-------------------|--|
| 0.667                | Vegetaci3n | Cobertura vegetal | -Preparaci3n del sitio<br>-Construcci3n (positivo) |

La remoci3n de la cobertura vegetal de selva mediana sub perennifolia y matorral costero para el cambio de uso de suelo causar3 la p3rdida de cobertura vegetal, incluyendo una especie vegetal en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que es considerado un impacto ambiental al componente de vegetaci3n.

El cambio de uso de suelo implica la p3rdida de cobertura vegetal del 3rea del proyecto, la cual cobra gran importancia debido a que los ecosistemas forestales incluyen diversidad de especies, as3 como por los servicios ambientales que ofrecen. El cambio de uso de suelo, por tanto, es una de las principales causas de p3rdida de los recursos forestales y degradaci3n ambiental en escalas locales, regionales y globales, y para el caso del proyecto es solo puntual.

Este impacto se producir3 principalmente durante la etapa de preparaci3n del sitio, espec3ficamente al momento de realizar el trazo y delimitaci3n de 3reas, as3 como el desmonte y despalme del 90% de la cobertura vegetal existente en el terreno del proyecto.

En la p3rdida de cobertura vegetal se prev3 la afectaci3n de *Thrinax radiata* (palma chit), especie en categor3a de amenazada conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, ya que se le encuentra presente en el 3rea de desarrollo del proyecto. Sin embargo, el proyecto contempla 3reas jardinadas en las cuales se volver3n a replantar las especies rescatadas

durante el desmonte y despalme, as3 como vegetaci3n ornamental, como medidas de mitigaci3n a este impacto.

Bajo el contexto anterior, el impacto de p3rdida de cobertura vegetal es considerado como **significativo**, adem3s de que se considerar3 medidas compensatorias de reforestaci3n de la vegetaci3n as3 como del manglar, que aun cuando este no se encuentra dentro del pol3gono del proyecto, este no cumple con la distancia establecida en la NOM-022-SEMARNAT-2003.

**IMPACTO AMBIENTAL      Disminuci3n de la disponibilidad de agua subterr3nea**

| 3ndice de incidencia | Componente                    | Factor   | Etapas                     |
|----------------------|-------------------------------|----------|----------------------------|
| 0.667                | Agua (hidrolog3a subterr3nea) | Cantidad | -Operaci3n y mantenimiento |

La extracci3n continu3a de agua por medio de pozos, la cual ser3 utilizada en los servicios del hotel causar3 la disminuci3n de la disponibilidad de agua subterr3nea del ac3ifero local, es por ello que es considerado un impacto ambiental al componente agua.

El proyecto requerir3 para su funcionamiento en la etapa de operaci3n y mantenimiento la extracci3n de agua salobre, el agua ser3 extra3da continuamente a trav3s de pozos ubicados dentro del pol3gono del proyecto. La cual ser3 tratada a trav3s de una planta desalinizadora con 3smosis inversa para purificarla con calidad potable y poder abastecer los servicios como son: ba3os, restaurante y cocinas.

Asimismo, tambi3n el impacto de p3rdida de cobertura vegetal derivar3 en la disminuci3n de superficie de captaci3n de carga del ac3ifero local, sin embargo, el dise3o del proyecto

contempla la designación de áreas jardinadas las cuales permitirán ver disminuida la tasa de infiltración afectada por el cambio de uso de suelo, debido a que seguirá infiltrándose el agua de lluvia, así también es considerado el diseño de un sistema pluvial el cual recolectará y conducirá el agua de lluvia hacia 5 pozos de inyección, además de que el proyecto dentro de sus medidas estructurales contempla el uso de materiales permeables.

Bajo el contexto anterior, el impacto de disminución de la disponibilidad del agua subterránea aún se considera como **significativo**; sin embargo las actividades de extracción de agua y la inyección de agua pluvial estarán sujetas a lo que determine la autoridad en la materia, sin que se rebase el volumen de extracción autorizado.

**IMPACTO AMBIENTAL      Contaminación del Agua subterránea**

| Índice de incidencia | Componente                    | Factor  | Etapas  |
|----------------------|-------------------------------|---------|---|
| 0.667                | Agua (hidrología subterránea) | Calidad | -Preparación del sitio<br>-Construcción<br>-Operación y mantenimiento |

Durante las diferentes etapas del proyecto, la calidad del agua subterránea podría verse afectada por 3 diferentes tipos de actividades:

- *Generación de Salmuera*

Conforme a los resultados del estudio geo hidrológico (ver cap. IV) se encontró que a una profundidad mayor a 10.5 metros el tipo de agua es salada, por lo que considerando que a esta profundidad comienzan las condiciones de salinidad, es de asumirse que la inyección



de salmuera deber3 de realizarse a una profundidad mucho mayor a 3sta, en donde se encuentren las concentraciones de sales m3s altas del acuífero regional y en donde la influencia marina es mayor, por lo que la inyecci3n de salmuera se propone realizarla a una profundidad de 45 m.

Por ello durante la operaci3n de la planta de 3smosis inversa que generar3 agua de rechazo o salmuera (ver capítulo II), esta ser3 inyectada a una profundidad de 45 metros, y para evitar cualquier contacto, o contaminaci3n, del manto de agua dulce, el pozo estar3 aislado en los primeros 30 m.

El inyectarla en esta profundidad, donde el acuífero presenta las condiciones de mayor salinidad, no generar3 impacto sobre el acuífero regional, as3 como tampoco sobre los hábitats que se encuentren en las inmediaciones.

Cabe indicar que el acuífero regional, donde se inyectar3 la salmuera, no tiene conexi3n con el agua que se acumula en la superficie, debido a la presencia de una capa de caliza arrecifal que impide la infiltraci3n o su recarga (ver capítulo IV), adem3s de la presencia de una capa de calcarenita de baja permeabilidad.

Por ello a3n bajo esas condiciones se prev3 que la inyecci3n de salmuera tampoco modificar3 la calidad del acuífero local donde se tiene la presencia de agua dulce, proveniente de infiltraci3n del agua pluvial. Como ya se se3al3, el acuífero local est3 encapsulado y no tiene conexi3n con el acuífero regional.

Con respecto a las afectaciones posibles hacia 3reas naturales protegidas, como fue se3alado en el capítulo IV, con base a las caracter3sticas del proyecto, el SAR no incluye la zona marina; no obstante respecto a la inyecci3n de salmuera y una probable afectaci3n al ANP Parque Marino Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Canc3n y Punta

Nizuc (ubicado fuera del SAR definido para el proyecto), es importante reiterar, que conforme a los estudios geo hidrológicos realizados, las condiciones de salinidad se encontraron a una profundidad de 10.5 m, mostrando los resultados de los estudios que conforme aumenta la profundidad la influencia marina es mayor y van aumentando las concentraciones de sal, lo que significa que el agua en el predio propuesto para el proyecto tiene más influencia de los esfuerzos transmitidos por la marea, observándose en las muestras que conforme se profundiza y se entra en contacto con el agua marina la influencia del agua salada es más notable.

Por ello se considera que la inyección de salmuera no ocasionará afectación al ANP debido a que el acuífero es más responsivo al efecto de la marea que a recargas del agua superficial (que son casi inexistentes).

También como se menciona en el Cap. II, el efluente de la planta de ósmosis inversa será descargado en el manto de agua salina con una concentración de sólidos totales disueltos similar al del agua del mar Caribe de 32,000 mg/l, la cual, según los resultados de los perfiles de sólidos totales disueltos, a partir de los 20 m de profundidad el agua del acuífero contiene más de esa cantidad de sólidos disueltos totales, por lo que no se prevé un cambio de las condiciones actuales en las que se encuentran los pastos marinos y el arrecife del ANP.

- *Derrame accidentales de aceites e hidrocarburos*

Los derrames accidentales de aceites e hidrocarburos ocasionarían la contaminación del agua subterránea, pero se prevé que solo al acuífero local y no al acuífero regional debido a que el primero presenta una capa de lodo calcáreo impermeable, una capa de calcarenita de baja permeabilidad, y por último una capa de caliza arrecifal, las cuales impiden la conexión entre el acuífero local y regional (ver capítulo IV).

De no aplicarse medidas de prevenci3n, principalmente en las etapas de preparaci3n del sitio y construcci3n del proyecto, se ocasionar3 la contaminaci3n del agua subterr3nea, vi3ndose afectado el ac3ifero local por el derrame accidental de hidrocarburos y aceites, mismos que puedan llegar al agua subterr3nea por el tipo de suelo presente (k3rstico).

- *Generaci3n de Aguas residuales*

En todas las etapas del proyecto y derivado de las actividades turísticas habr3 generaci3n de aguas residuales; sin embargo, 3stas ser3n direccionadas al drenaje existente operado por CAPANET, por lo que no se ver3 afectado la calidad del agua subterr3nea del ac3ifero local ni regional.

De acuerdo a lo mencionado con anterioridad, el impacto a la calidad del agua subterr3nea es considerado como **significativo**. Aun as3, para evitar la contaminaci3n al ac3ifero local por los derrames accidentales de aceites e hidrocarburos, se proponen medidas de prevenci3n y mitigaci3n (ver cap3tulo VII). En cuanto a la contaminaci3n del ac3ifero regional, por la inyecci3n de salmuera, las condiciones de descarga se ajustar3n a las condiciones que establezca la autoridad competente.

Tambi3n aunado a lo anterior, se proponen medidas de mitigaci3n para la protecci3n del suelo por derrames accidentales de l3quidos.

**IMPACTO AMBIENTAL**      **Pérdida de suelo**

| Índice de incidencia | Componente | Factor   | Etapas                 |
|----------------------|------------|----------|------------------------|
| 0.667                | Suelo      | Cantidad | -Preparación del sitio |

La remoción de la vegetación no solo implicara la pérdida de cobertura vegetal sino que también causará la pérdida de suelo por lo que se considera un impacto ambiental para el componente del suelo.

El impacto se producirá principalmente durante la etapa de preparación del sitio durante las actividades de desmonte, despalme, excavación y compactación del área destinada para las obras e infraestructura del proyecto.

La pérdida de suelo se da como resultado de la erosión que se presenta al quedar el suelo desnudo, es decir desde el momento en que la vegetación es removida, facilitando de esta manera los efectos erosivos de tipo hídrico y eólico, ocasionando pérdida del mismo, de igual forma puede generarse la compactación y endurecimiento del suelo, lo que a su vez genera la pérdida de su función productiva.

Posteriormente, con el despalme se presenta la mayor afectación al componente, debido a que mediante maquinaria pesada, se remueve por completo la capa superficial de suelo, considerada la capa fértil por el contenido de materia orgánica que posee.

Bajo el contexto anterior, el impacto de pérdida suelo aún es considerado como **significativo**, sin embargo con la adecuada ejecución de las medidas de mitigación propuestas en el Capítulo VII, como es el *Programa de Conservación y Protección de Suelos*, el impacto puede ser disminuido.

**IMPACTO AMBIENTAL      Afectaci3n al h3bitat**

| <b>3ndice de incidencia</b> | <b>Componente</b> | <b>Factor</b> | <b>Etapas</b>          |
|-----------------------------|-------------------|---------------|------------------------|
| 0.667                       | Fauna             | H3bitat       | -Preparaci3n del sitio |

Con la remoci3n de la cobertura vegetal para realizar el cambio de uso de suelo, inherentemente el h3bitat para la fauna se ver3n afectado, por lo que se considera un impacto ambiental para el componente de fauna.

Este impacto se producir3 primeramente en la etapa de preparaci3n del sitio, desde el momento de la limpieza de terreno, el desmonte, despalme, y durante las actividades de excavaci3n, nivelaci3n, y realizaci3n de cortes y rellenos, ya que el cambio de uso de suelo que se producir3 afectar3 no solamente a la vegetaci3n existente en el 3rea de proyecto sino que tambi3n a la fauna la cual necesita de un espacio para vivir.

Las especies de fauna requieren un h3bitat que les ofrezca agua, alimento, una cobertura vegetal que los proteja de amenazas exteriores y un espacio donde puedan desplazarse, y los cuales satisfagan sus necesidades reproductivas, fisiol3gicas y de nutrici3n que tienen.

Al momento de realizar el cambio de uso de suelo en el 3rea de proyecto, estos elementos se ver3n reducidos por lo que el impacto es considerado **significativo**, sin embargo aun cuando no podr3a reponerse el h3bitat, con la implementaci3n adecuada de las medidas de rescate y reubicaci3n de fauna, las especies que habitan en el 3rea del proyecto no se ver3n afectadas.

**IMPACTO AMBIENTAL**      **Modificación al paisaje natural**

| Índice de incidencia | Componente | Factor  | Etapas   |
|----------------------|------------|---------|--|
| 0.667                | Perceptual | Paisaje | -Preparación del sitio<br>-Operación y mantenimiento |

Debido a la naturaleza del proyecto, el cual es turístico, este causará la modificación del paisaje natural del polígono del proyecto, por lo que es considerado un impacto al componente perceptual.

El impacto se dará primeramente durante la etapa de preparación del sitio durante las actividades de desmonte, despilme, excavación, nivelación y la creación de cortes y rellenos del polígono del proyecto. Estas actividades contemplan la alteración de carácter local de las geo formas del sitio y la pérdida de vegetación por el cambio de uso de suelo implícito.

Durante la etapa de operación y mantenimiento, durante el tiempo de vida útil del proyecto (estimado en 50 años, como se indica en el capítulo II), este sin duda, causará un impacto al paisaje ya que implica la introducción de elementos que denotarán cierta artificialidad (líneas rectas, ángulos, regularidad de formas geométricas, simetrías, etc.).

El impacto de modificación del paisaje natural aún y cuando es considerado como **significativo**, el proyecto establece en su diseño ciertas medidas estructurales las cuales se considera que el material proveniente de la excavación no se dispondrá como residuo, sino que será utilizado para la elaboración de otras áreas como son taludes de modo que estos elementos se integren y ajusten al entorno natural que finalmente pertenecen, a modo de minimizar los efectos de este impacto ambiental.

**IMPACTO AMBIENTAL      Afectación al relieve y afloramiento rocoso**

| Índice de incidencia | Componente | Factor                        | Etapas                 |
|----------------------|------------|-------------------------------|------------------------|
| 0.556                | Geo formas | Relieve y afloramiento rocoso | -Preparación del sitio |

La necesidad de realizar excavaciones en el relieve para construir las edificaciones del proyecto causará la afectación al relieve y por lo tanto al afloramiento rocoso, por lo que se considera un impacto ambiental al componente de las Geo formas.

El impacto se dará principalmente en la etapa de preparación del sitio, donde se necesita realizar las actividades de excavación del terreno, donde la alteración a las Geo formas, ocurrirá principalmente por la conformación del nivel de sótano contemplado dentro del edificio del hotel y las cimentaciones requeridas para la conformación del proyecto, así como la anexión de una alberca en el afloramiento rocoso, por lo que son las únicas obras que se registran como potenciales para modificar el relieve del terreno.

Aun cuando el impacto a la afectación del relieve incluyendo el afloramiento rocoso se consideró como **no significativo**, el Programa de Desarrollo Urbano del municipio de Benito Juárez, establece las áreas en las cuales no se pueden realizar ninguna obra, resguardando así gran parte del afloramiento rocoso que se encuentra en el polígono del proyecto.

| IMPACTO AMBIENTAL    |            | Contaminación acústica |   |
|----------------------|------------|------------------------|---|
| Índice de incidencia | Componente | Factor                 | Etapas  |
| 0.556                | Aire       | Ruido                  | -Preparación del sitio<br>-Construcción<br>-Operación y mantenimiento |

El aumento de decibeles en el ambiente producido tanto por la operación de la maquinaria como por la operación misma del proyecto producirá contaminación acústica, por lo que se considera un impacto ambiental al componente aire.

El impacto se dará durante la etapa de preparación del sitio y construcción durante las actividades de limpieza del terreno, excavación y construcción de la obras del proyecto, donde es necesario el uso de maquinaria, el cual producirá niveles de ruido que se percibirán mayormente en el sitio donde se encuentren operando los equipos y maquinaria. Los niveles de ruido observados a 15 m de distancia de diferentes equipos de construcción, varían desde 72 a 102 dB para equipo de movimiento de tierras, de 75 a 88 dB para equipos de manejo de material y de 68 a 87 dB para equipos fijos, el equipo de impacto puede generar niveles de ruido de hasta 115 dB (EPA, EEUU, 1972).

En la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, el ruido solo será emitido por el uso constante de las bombas de los pozos así como del tránsito de turistas y empleados.

Por explicado anteriormente, el impacto de contaminación acústica se considera como **no significativo**, y que con la implementación de las medidas adecuadas podría reducir aún más su significancia.



| IMPACTO AMBIENTAL    |            | Contaminaci3n atmosf3rica |   |
|----------------------|------------|---------------------------|---|
| 3ndice de incidencia | Componente | Factor                    | Etapas  |
| 0.556                | Aire       | Calidad                   | -Preparaci3n del sitio<br>-Construcci3n<br>-Operaci3n y mantenimiento |

Las emisi3n de polvo y gases de combusti3n producto de la maquinaria producir3n contaminaci3n atmosf3rica, por lo que se considera un impacto ambiental al componente aire.

Durante la etapa de preparaci3n del sitio, durante las actividades de limpieza del terreno, desmonte y despale, se generar3 la emisi3n de polvo y gases de combusti3n debido a que es necesaria la utilizaci3n de maquinaria pesada la cual pueda remover la capa superficial del suelo y de tierra durante el cambio de uso de suelo.

Adem3s durante la etapa de construcci3n de las edificaciones, infraestructura de servicio, acondicionamiento de pozos, 3reas jardinadas, accesos, caminos y banquetas, tambi3n ser3 necesario el uso de maquinaria pesada y ligera, por lo que el tr3nsito de esta maquinaria y personal, tambi3n generar3n la emisi3n de polvo y gases de combusti3n; dicho efecto se manifestar3 en un corto plazo, por lo que la duraci3n del impacto ambiental ser3 temporal.

El impacto de contaminaci3n atmosf3rica se consider3 **no significativo**, debido a que la ubicaci3n del predio en una zona donde el efecto del viento es din3mico, lo que permite la dispersi3n de los polvos, aunado a que es un espacio abierto, la intensidad es media debido a que s3lo se generaran emisiones durante las horas laboradas, finalmente se

apegar3 a las normas aplicables (NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-045-SEMARNAT-2006 y NOM-080-SEMARNAT-1994). Para los cuales se establecen medidas de prevenci3n y mitigaci3n, se3aladas en el Cap3tulo VII del presente DTU.

**IMPACTO AMBIENTAL Desplazamiento de individuos de especies de fauna incluyendo especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010**

| <b>3ndice de incidencia</b> | <b>Componente</b> | <b>Factor</b> | <b>Etapas</b>          |
|-----------------------------|-------------------|---------------|------------------------|
| 0.444                       | Fauna             | Distribuci3n  | -Preparaci3n del sitio |

Asociado a la remoci3n de la cobertura vegetal de vegetaci3n secundaria de selva mediana sub perennifolia y matorral costero, el h3bitat de especies de fauna, incluyendo especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010, tambi3n ser3 afectado por lo que producir3 un desplazamiento de individuos de especies de fauna que se encuentra en el 3rea del pol3gono del proyecto, por lo que es considerado un impacto ambiental al componente fauna.

Este impacto se producir3 en la etapa de preparaci3n del sitio y construcci3n del proyecto, ya que el cambio de uso de suelo modifica la distribuci3n y abundancia de las especies de flora y con ello la estructura de la vegetaci3n, por lo tanto se tiene como consecuencia una afectaci3n en la oferta del alimento y resguardo para la misma, as3 como el dispersamiento de las especies que habitan ah3.

El desplazamiento de especies tambi3n incluye a las especies que se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales en el pol3gono del proyecto se identificaron la iguana rayada (*Ctenosaura similis*) y la culebra perico mexicana (*Leptophis mexicanus*).

De acuerdo a la caracterizaci3n de la fauna descrita en el capitulo IV, el grado de vagilidad de la mayoria de especies identificadas en el poligono del proyecto es media, por lo que el impacto ambiental de afectaci3n a individuos de especies de fauna, incluyendo individuos de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010, aun considerado que **es no significativo**, con la aplicaci3n correcta tanto de las medidas de rescate y reubicaci3n como de protecci3n y conservaci3n de las especies que presentan mayor susceptibilidad de afectaci3n, el impacto puede ser reducido.

| IMPACTO AMBIENTAL    |            | Contaminaci3n del suelo |   |
|----------------------|------------|-------------------------|---|
| 3ndice de incidencia | Componente | Factor                  | Etapas  |
| 0.389                | Suelo      | Calidad                 | -Preparaci3n del sitio<br>-Construcci3n<br>-Operaci3n y mantenimiento |

El inadecuado manejo de residuos s3lidos, l3quidos y peligrosos, as3 como el derrame accidental de hidrocarburos y aceites producir3 la contaminaci3n del suelo, por lo que es considerado un impacto ambiental al componente del suelo.

El impacto durante las etapas de preparaci3n del sitio, durante la realizaci3n de las actividades de la limpieza del terreno, desmonte y despalme, excavaci3n, compactaci3n, nivelaci3n, cortes y rellenos, y en la etapa de construcci3n de edificaciones, 3reas jardinadas, caminos y pozos, se generar3 residuos tanto s3lidos como l3quidos.

Al respecto, el tipo de residuos y los vol3menes que ser3n generados por el desarrollo del proyecto, se indican a trav3s del Capitulo II del presente DTU. De modo general, ser3n

generados residuos orgánicos provenientes del desmonte los cuales serán reutilizados para restauración de suelos y los residuos provenientes de la excavación serán reutilizados para el relleno y pequeñas nivelación del terreno; durante la etapa de construcción serán generados residuos sólidos derivados de los materiales a emplear durante la construcción, así como los provenientes del personal de obras, residuos peligrosos derivados de los materiales de la construcción y de los combustibles y lubricantes a de la maquinaria, mismos que pudieran representar riesgos por derrames accidentales al suelo y residuos líquidos derivados de los baños portátiles.

En la etapa de operación y mantenimiento durante el manejo de residuos se generarán los volúmenes de:

- Residuos sólidos generados por los huéspedes y personal del hotel; residuos orgánicos por el mantenimiento de áreas jardinadas y los derivados del restaurante, los cuales se prevé realizar el manejo y disposición de los residuos sólidos, líquidos y peligrosos que serán generados durante la operación del proyecto, a fin de evitar afectaciones al suelo.
- Residuos líquidos como son la salmuera proveniente de la operación de la planta desalinizadora. la cual será vertida hacia un pozo de rechazo, evitando con ello que la salmuera pueda tener afectaciones al suelo.

Cabe mencionar que las aguas residuales provenientes de baños y del restaurante serán canalizadas a la infraestructura de drenaje sanitario del estado de Quintana Roo, por lo que no habrá infiltración de este tipo de residuos al acuífero.

En relaci3n con los residuos s3lidos, el proyecto contar3 con contenedores para su adecuada clasificaci3n y almacenamiento temporal, ya que se conectar3 al sistema de recolecci3n de FONATUR para la disposici3n final de los mismos y en caso de ser residuos peligrosos, se contratar3 a las empresas que presten el servicio. En ning3n caso, los residuos ser3n dispuestos en cuerpos de agua, en la proximidad de los ecosistemas acu3ticos, ni en contacto con el suelo. Todo lo anterior, est3 incluido dentro del *Programa de Manejo Integral de Residuos* el cual se presenta a detalle en el Cap3tulo VII.

Bajo el contexto anterior, el impacto ambiental de contaminaci3n del suelo por mal manejo de residuos (s3lidos, l3quidos y peligrosos), se considera **No significativo**, adem3s que con la debida implantaci3n de las medidas de mitigaci3n incluidas dentro del *Programa de Manejo Integral de Residuos*, se espera que este impacto ambiental sea m3nimo.

## **V.5. Impactos acumulativos y residuales**

### **V.5.1. Impactos Residuales**

La identificaci3n y valoraci3n de este tipo de impactos ambientales es fundamental, ya que en 3ltima instancia representan el efecto inevitable y permanente del proyecto sobre el ambiente, en consecuencia, el resultado de esta secci3n, aporta la definici3n y el an3lisis del "costo ambiental" del proyecto, entendiendo por tal la disminuci3n real y permanente en calidad y/o cantidad de los bienes y servicios ambientales en el SAR y AE.

La identificaci3n de dichos impactos se llev3 a cabo en funci3n del atributo de la Recuperabilidad (Ri), por lo que aquellos impactos ambientales con calificaci3n de 3, es

decir, que los factores no podr3n volver a su estado original, a3n con la aplicaci3n de medidas.

Con la aplicaci3n de medidas de prevenci3n y mitigaci3n, es factible que un impacto ambiental que puede alterar el funcionamiento o la estructura de cierto componente o proceso eco sist3mico dentro del SAR y AE reduzca su efecto o significancia. Sin embargo, invariablemente, existen impactos cuyos efectos persisten a3n con la aplicaci3n de medidas, y que son denominados como residuales.

Derivado de lo anterior se tiene que el proyecto generar3 los siguientes impactos ambientales:

**Tabla V. 11.** Impactos ambientales residuales.

| Componente | Factor                        | Impacto   | Recuperabilidad (Ri) |
|------------|-------------------------------|---|----------------------|
| Suelo      | Cantidad                      | P3rdida de suelo  | 3                    |
| Vegetaci3n | Cobertura Vegetal             | P3rdida de cobertura vegetal, incluyendo especies vegetales en la NOM-059-SEMARNAT-2010 | 3                    |
| Fauna      | H3bitat                       | Afectaci3n al h3bitat   | 3                    |
| Perceptual | Paisaje                       | Modificaci3n del paisaje natural  | 3                    |
| Geo formas | Relieve y afloramiento rocoso | Afectaci3n al relieve y al afloramiento rocoso  | 3                    |

Los impactos relativos a la p3rdida de suelo, perdida de cobertura vegetal, afectaci3n al h3bitat, modificaci3n del pasaje natural y la afectaci3n al relieve y afloramiento rocoso, son actividades inherentes al cambio de uso de suelo que se debe realizar de acuerdo a la naturaleza del proyecto, por lo que para que estos impactos residuales se aminoren es necesario implementar adecuadamente programas de mitigaci3n para cada componente afectado.

## V.5.2. Impactos acumulativos

El an3lisis de los impactos ambientales debe basarse en la determinaci3n de las desviaciones de la “l3nea base o cero” originada por efectos aditivos. Para lo anterior, no es suficiente con evaluar los impactos ambientales del proyecto como si 3ste fuera la 3nica fuente de cambio en el SAR y AE, es importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se est3n generando o que ocurrieron como resultado de otras actividades humanas en la regi3n, y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el proyecto interact3a.

La identificaci3n para los impactos ambientales acumulativos se llev3 a cabo en funci3n del atributo de la Acumulaci3n, por lo que aquellos impactos ambientales con calificaci3n de 3, es decir, cuando el efecto en el ambiente resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacci3n con otros que se efectuaron en el pasado o que est3n ocurriendo en el presente.

Los impactos ambientales acumulativos identificados son:

**Tabla V. 12** Impactos ambientales acumulativos.

| Componente                    | Factor                        | Impacto   | Acumulaci3n (A) |
|-------------------------------|-------------------------------|---|-----------------|
| Vegetaci3n                    | Cobertura Vegetal             | P3rdida de cobertura vegetal, incluyendo especies vegetales en la NOM-059-SEMARNAT-2010 | 3               |
| Agua (hidrolog3a subterr3nea) | Cantidad                      | Disminuci3n de la disponibilidad de agua subterr3nea                                    | 3               |
|                               | Calidad                       | Contaminaci3n del agua subterr3nea  | 3               |
| Suelo                         | Cantidad                      | P3rdida de suelo  | 3               |
| Fauna                         | H3bitat                       | Afectaci3n al h3bitat   | 3               |
| Perceptual                    | Paisaje                       | Modificaci3n del paisaje natural  | 3               |
| Geo formas                    | Relieve y afloramiento rocoso | Afectaci3n al relieve y al afloramiento rocoso  | 3               |

| Componente | Factor       | Impacto  | Acumulaci3n (A) |
|------------|--------------|--|-----------------|
| Aire       | Ruido        | Contaminaci3n ac3stica   | 3               |
|            | Calidad      | Contaminaci3n atmosf3rica  | 3               |
| Fauna      | Distribuci3n | Desplazamiento de individuos de especies de fauna, incluyendo individuos de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 | 3               |
| Suelo      | Calidad      | Contaminaci3n del suelo  | 3               |

Como se mencion3 con anterioridad, en el SAR y AE actualmente se desarrollan actividades turísticas que lo han transformado, por lo que todos los impactos ambientales identificados en el presente an3lisis se consideran acumulativos, ya que se sumarían a los que se han venido generando hasta el momento.

Sin embargo, llevando a cabo las medidas de mitigaci3n correspondientes para cada uno de los impactos ambientales antes analizados, se determina que dichos impactos no afectarán la integridad funcional del ecosistema por el desarrollo del proyecto.

## V.6. Conclusiones

En el Capítulo IV se ha analizado y caracterizada cada uno de los componentes y procesos ambientales del SAR, y como se describi3 anteriormente en el presente Capítulo, se puede llegar a la conclusi3n de cu3les son los componentes afectables, los no afectados, y los no afectables. Cada uno de ellos responde a la relaci3n que tiene entre las actividades y obras del proyecto con los componentes ambientales dentro del SAR.

La evaluaci3n de impacto ambiental se enfoca en el impacto que pueda recibir los componentes Afectables con cada una de las actividades y obras del proyecto.



Con base en la informaci3n analizada del Cap3tulo II, los datos obtenidos de los estudios ambientales del Cap3tulo IV y la opini3n de expertos y las diversas t3cnicas de evaluaci3n de impacto ambiental utilizadas en el presente cap3tulo, se estima que el proyecto ocasionar3 en lo general una serie de impactos ambientales de naturaleza negativa.

Sin embargo, considerando los resultados de los an3lisis, se identificaron cu3les son los impactos significativos que pueda afectar el estado actual del SAR. Tambi3n se obtuvieron impactos No significativos los cuales teniendo la correcta aplicaci3n de medidas de prevenci3n y de mitigaci3n, ninguno de ellos ser3n relevante.

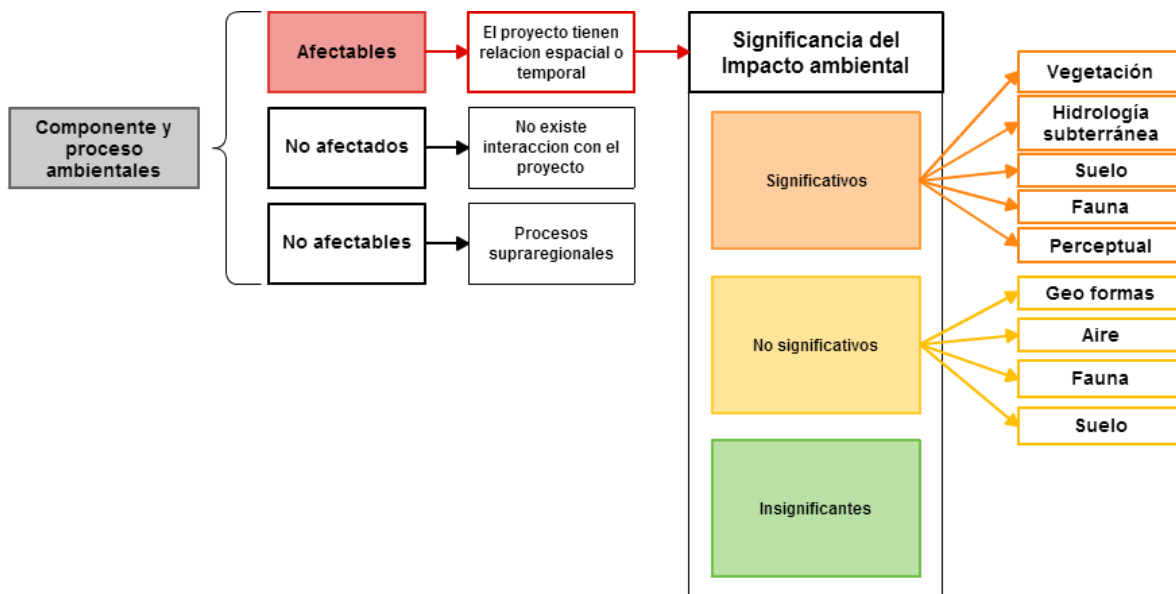


Figura V.2. S3ntesis de evaluaci3n de Impacto Ambiental del proyecto.

Recapitulando lo anterior, se puede concluir con lo siguiente:

1. Si bien con el desarrollo del proyecto necesitar3 el cambio de uso de suelo, y por lo tanto la cobertura vegetal ser3 afectada, incluyendo los dos tipos de vegetaci3n (vegetaci3n secundaria de selva mediana subperennifolia y matorral costero), 3stos corresponden a

un fragmento aislado de vegetaci3n, que ha sufrido distintos tipos y grados de perturbaci3n, entre ellos fen3menos naturales como huracanes e inducidos como el efecto borde, conduci3ndolo a encontrarse actualmente en un estado sucesional de vegetaci3n secundaria, la cual adem3s carece de una alta riqueza y alta diversidad de especies, y donde s3lo fue identificada 1 especie de flora y 2 de fauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010; finalmente la afectaci3n ser3 producir3 ser3 puntual, en el 3rea propuesta para el desarrollo del proyecto.

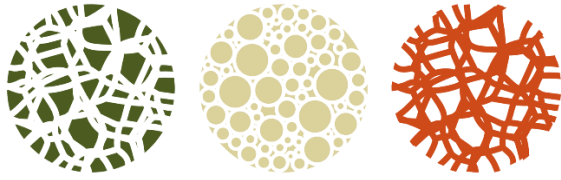
2. Se concluye que no habr3 afectaci3n a la viabilidad de las especies de flora y fauna, ya que a3n y cuando el proyecto implica cambio de uso de suelo, en el Cap3tulo VII se establecen medidas espec3ficas para promover la permanencia de estas tanto en el ecosistema local, como en el SAR y 3rea de estudio.
3. La descarga de salmuera se har3 en el ac3ifero regional, que en el 3rea de proyecto, el agua es salina por la influencia del agua marina, por lo que el agua dulce del ac3ifero regional no se ver3 afectada. El inyectarla a una profundidad mayor de 45 m, donde el ac3ifero presenta las condiciones de mayor salinidad, no generar3 impacto sobre el ac3ifero regional, as3 como tampoco sobre los h3bitats que se encuentren en las inmediaciones.
4. Durante las diferentes etapas de desarrollo del proyecto el impacto ambiental a la hidrolog3a subterr3nea del ac3ifero local y al suelo por contaminaci3n ser3 tanto por la generaci3n de residuos s3lidos y peligrosos, como por derrames accidentales de l3quidos peligrosos, hidrocarburos y aceites, pero pueden ser mitigables si se implementa adecuadamente las medidas de prevenci3n.



Documento T3cnico Unificado DTU Modalidad B Regional para el Proyecto  
"Hotel Riviera Canc3n"

---

Adicionalmente en el Cap3tulo VII, se presentar3n las medidas necesarias para prevenir, mitigar, restaurar, controlar o compensar, seg3n sea el caso, los impactos ambientales esperados en cada una de las etapas de implementaci3n del proyecto e integrarlas de manera precisa y coherente en el marco de sistema de manejo y gesti3n ambiental , cuya ejecuci3n permitir3 no ocasionar ning3n impacto que por sus atributos y naturaleza pueda provocar desequilibrios ecol3gicos de forma tal que se afecte la continuidad de los procesos naturales que actualmente ocurren en el SAR y 3rea de estudio delimitados.



qvgestiónambiental

# CAPÍTULO VI

JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE  
MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO  
DE USO DE SUELO.





## Contenido

|  |    |
|--|----|
| VI. JUSTIFICACI3N T3CNICA, ECONOMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACI3N EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO. .... | 2  |
| VI.1 Justificaci3n t3cnica-ambiental .....   | 3  |
| VI.1.1 Flora .....   | 4  |
| VI.1.2 Fauna .....   | 9  |
| VI.1.3 Suelo .....   | 13 |
| VI.1.4 Agua.....   | 18 |
| VI.1.5 Conclusiones.....   | 22 |
| VI.2 Justificaci3n econ3mica.....  | 23 |
| VI.2.1 Valor de productos forestales .....   | 24 |
| VI.2.2 Valor econ3mico de la fauna.....  | 27 |
| VI.2.3 Valor de la captura de carbono .....  | 27 |
| VI.2.4 Valor de los servicios hidrol3gicos .....   | 29 |
| VI.2.5 Valor de mantener una cobertura forestal .....  | 29 |
| VI.2.6 Conclusiones.....   | 30 |
| VI.3 Justificaci3n Social.....   | 31 |
| VI.3.1 Programa Nacional de Desarrollo 2013-2018 (PND) .....   | 31 |
| VI.3.2 Generaci3n de fuentes de trabajo .....  | 31 |
| VI.3.3 Conclusiones.....   | 32 |
| VI.4 Conclusiones generales .....  | 32 |

## **VI. JUSTIFICACI3N T3CNICA, ECONOMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACI3N EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO.**

En el presente cap3tulo se demostrar3 en base a diversos estudios, en la descripci3n de escenarios y la planeaci3n de medidas de prevenci3n, mitigaci3n y compensaci3n, la viabilidad t3cnica-ambiental, econ3mica y social del proyecto, lo cual justificar3 el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, que a su vez es un requisito legal indispensable para llevar a cabo el proyecto.

Es as3, como tomando en cuenta lo establecido por la legislaci3n mexicana vigente en materia ambiental, espec3ficamente la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), en cuyo art3culo 117 , a pie de la letra dice:

*"ARTICULO 117. La Secretar3a s3lo podr3 autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepci3n, previa opini3n t3cnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios t3cnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocar3 la erosi3n de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminuci3n en su captaci3n; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean m3s productivos a largo plazo. Estos estudios se deber3n considerar en conjunto y no de manera aislada.*

*En las autorizaciones de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, la autoridad deber3 dar respuesta debidamente fundada y motivada a las propuestas y observaciones planteadas por los miembros del Consejo Estatal Forestal.*

*No se podr3 otorgar autorizaci3n de cambio de uso de suelo en un terreno incendiado sin que hayan pasado 20 a3os, a menos que se acredite fehacientemente a la Secretar3a que el ecosistema se ha regenerado totalmente, mediante los mecanismos que para tal efecto se establezcan en el reglamento correspondiente.*

*Las autorizaciones que se emitan deberán atender lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamiento ecológico correspondiente, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.....”*

De la cita anterior, se identifican los siguientes puntos principales, con los cuales el proyecto debe cumplir:

- No comprometer la biodiversidad.
- No provocar la erosión de los suelos.
- No provocar el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación.
- Los usos alternativos del suelo que se propongan deben ser más productivos a largo plazo.

## **VI.1 Justificación técnica-ambiental**

En esta sección se describirán de forma breve los componentes ambientales presentes en el predio en donde se llevará a cabo el proyecto, así como la interacción, en forma de impactos ambientales, que las actividades y obras tendrán sobre dichos componentes. Es así, como se demostrará técnica y ambientalmente que la viabilidad del proyecto es posible, ya que a pesar de generar impactos ambientales adversos, éstos podrán ser prevenidos, mitigados y/o compensados mediante la aplicación de una serie de medidas y acciones, incorporadas dentro de diversos programas, que atenderán cada uno de los impactos ambientales para que el proyecto se desarrolle de una manera sustentable.



### VI.1.1 Flora

Se compar3 la vegetaci3n existente dentro del predio con la vegetaci3n presente en el SAR-AE, lo que permiti3 apoyar la justificaci3n para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Los sitios muestreados fueron seleccionados de manera aleatoria, su muestreo dependi3 de la accesibilidad a los mismos. Aun cuando se reporta el mismo tipo de vegetaci3n, las condiciones de cada uno de los sitios muestreados son particulares, es importante destacar que los sitios muestreados dentro del SAR-AE son sitios donde se tiene un borde abrupto. La vegetaci3n secundaria arb3rea de selva mediana subperennifolia se encuentra inmersa en la zona urbana de Canc3n, las condiciones de humedad, radiaci3n solar, temperatura y humedad del suelo en este borde afecta la estructura de la vegetaci3n, as3 como a las especies de flora y fauna que se presentan. En el predio del proyecto se encontraron dos tipos de vegetaci3n: **vegetaci3n secundaria arb3rea de selva mediana subperennifolia** en su estado inicial de sucesi3n vegetal y **vegetaci3n de matorral costero**. Conforme a los muestreos realizados, el primer tipo de vegetaci3n es el que cuenta con la mayor riqueza espec3fica (22 especies). En cuanto a la vegetaci3n de matorral costero se encontraron 15 especies. Por otra parte dentro de los sitios muestreados para el SAR-AE, en la vegetaci3n secundaria arb3rea de selva mediana subperennifolia se registraron 24 especies, para la vegetaci3n de matorral costero se identificaron 8 especies.

En el caso de la vegetaci3n secundaria de selva mediana subperennifolia, si se comparan los 3ndices de diversidad del estrato m3s representativo (estrato arb3reo) se presenta mayor riqueza espec3fica as3 como mayor diversidad en el estrato arb3reo del SAR-AE. Lo cual obedece a que dos de las unidades muestrales se presentaron en una zona de transici3n con vegetaci3n de manglar en que las condiciones f3sicas del lugar hace que los estratos herb3ceo y arbustivo no se desarrollen. El 3ndice de Equidad de Pielou (J') indica

una mayor uniformidad en la distribuci3n para el estrato arb3reo en el SAR-AE que en el predio del Proyecto, es decir menor presencia de especies dominantes, lo cual tambi3n se ve reflejado en el 3ndice de Simpson (de 0.1019 en el SAR-AE contra 0.2184 del proyecto). En este mismo sentido el SAR-AE presenta un mayor 3ndice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) que el proyecto, el cual comparado con el de  $H_{max}$  refleja que el SAR-AE se encuentra m3s cerca de alcanzar su m3xima diversidad que el predio, traducido en que la VSA/SMQ en el SAR-AE se manifiesta con mayor desarrollo y madurez que la del proyecto, aunque ambas enfrenten una etapa sucesional de vegetaci3n secundaria, la del proyecto se encontrar3a en una fase m3s temprana. Aunado a ello, al comparar los valores promedio de altura, DAP y cobertura en VSA/SMQ, se tiene que el SAR-AE presenta alturas promedio en sus ejemplares arb3reos de 6.93 m, mientras que en el proyecto es de 5.66 m. Sin embargo el DAP promedio en el SAR-AE es de 10.96 cm y en el proyecto es de 11.21 cm y la cobertura promedio en el SAR-AE es de 4.92 mientras que en el proyecto es de 5.20, estos valores indican que en el sitio del proyecto los ejemplares se desarrollan m3s bien de manera horizontal aumentando su DAP y cobertura mientras que en el SAR-AE su incremento es en altura. Lo anterior puede deberse a las condiciones abi3ticas a las que est3 expuesto el predio del proyecto, que no han favorecido su desarrollo vertical, ya que presentan mayor exposici3n a vientos fuertes, salinidad del sustrato y un suelo pobre en materia org3nica.

En cuanto al tipo de vegetaci3n matorral costero, los sitios de muestreo en el SAR-AE y el predio forman parte de un mismo macizo de vegetaci3n, puesto que se encuentran dentro de una l3nea continua al borde de la playa. A pesar de ser parte del mismo macizo de vegetaci3n, en el estrato arb3reo la comunidad tiene que la comunidad es diferente, 3nicamente se comparten dos especies, *Thrinax radiata* y *Cordia sebestena*.

El predio presentó mayor riqueza específica y diversidad en los estratos arbóreo y herbáceo que el SAR-AE, mientras que para el estrato arbustivo la riqueza fue mayor en el SAR-AE. Algunas de las especies que se encuentran únicamente dentro del predio, y que contribuyen a la mayor riqueza específica son *Hymenocallis littoralis*, *Rivina humilis* y *Vitex trifolia*. Estas especies se presentan principalmente en la zona de transición de la vegetación de matorral costero y vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, y son especies que se asocian a sitios con mayor incidencia de luz, que se presentan principalmente en sitios abiertos como es el caso de caminos, son hierbas que se les considera maleza (de acuerdo con la observación en campo y la CONABIO), además a estas especies no se le considera exclusivas ni características de la vegetación de matorral costero. La diferencia con los sitios muestreados dentro del SAR-AE se atribuye a que no se tenía la transición con selva mediana subperennifolia, además del factor de aleatoriedad que se presenta cuando se establecen unidades de muestreo.

Durán-García *et al.* (2011) (<http://www.cicy.mx/sitios/biodiversidad/Contenido>) menciona que dentro de la vegetación de matorral costero, la distribución es heterogénea y que las comunidades pueden estar dominadas por diversas formas de vida y diferentes especies presentes en la zona pionera y la zona de matorral. Por lo que a pesar de que la zona de matorral costero sea parte del mismo macizo, la heterogeneidad antes mencionada ocasiona la variación en la presencia de especies registradas para los sitios de muestreo del SAR-AE y del predio, es importante mencionar que los muestreos del SAR-AE y del predio se realizaron con fines comparativos, y que a pesar de que se toman como unidades diferentes, forman parte del mismo ecosistema y unidad de paisaje.

Resulta interesante que las abundancias relativas de algunas especies fueron mayores dentro del predio respecto a los sitios muestreados en el SAR-AE, una de las especies que

presenta este patr3n fue la palma chit *Thrinax radiata*. Dentro del predio del proyecto, la mayor abundancia relativa de la palma chit se relaciona con su mejor adaptaci3n a las zonas costeras, a la presencia de suelos salinos y humedades elevadas. Los sitios del SAR-AE donde se muestreo la vegetaci3n secundaria arb3rea de selva mediana subperennifolia, se localizan en sitios que presentan condiciones muy diferentes a las presentes dentro del predio del proyecto. Uno de los sitios que present3 mayor similitud en la composici3n de especies con el predio, se encuentra en las colindancias de la zona urbana, este parche de vegetaci3n se encuentra expuesto a un mayor estr3s ambiental, es un sitio de libre acceso, donde se considera probable la extracci3n de palma chit. Por otra parte, en los sitios restantes, aunque se tiene la transici3n de vegetaci3n secundaria arb3rea de selva mediana subperennifolia con vegetaci3n de manglar, predomina esta 3ltima, hay que considerar que los sitios son inundables y la presencia de la palma chit es escasa debido a que no se tienen las condiciones m3s adecuadas que requiere esta especie. Las condiciones presentes dentro del predio, al ser un sitio de acceso restringido, favorecer mayor abundancia de la palma chit, por otra parte dentro del predio no se han realizado labores de limpieza del predio, de tal manera que la materia org3nica presente es abundante, lo cual promueve el incremento en la presencia de las especies, de la misma manera las condiciones clim3ticas promueven una mayor abundancia relativa.

En t3rminos de diversidad, para la VSA/SMQ, esta es mayor en el estrato arb3reo del SAR-AE que en el proyecto, mientras que en los estratos arbustivo y herb3ceo la diversidad result3 mayor en el proyecto, lo cual relacionado con la estructura tanto vertical como horizontal de la vegetaci3n, obedece a que la vegetaci3n en el sitio del proyecto se encuentra en un estadio sucesional m3s temprano que el SAR-AE, el cual presenta cierta madurez en sus componentes, indicado por su valor de  $H_{max} - H'$  que sugiere mayor cercan3a a la m3xima diversidad que puede alcanzar el estrato en el ecosistema.

Por su parte, la VMC present3 en general mayor diversidad en el predio del proyecto que en el SAR-AE, en todos los estratos. Sin embargo, el proyecto contempla excluir del cambio de uso de suelo una superficie de 1866.28 m<sup>2</sup>, que corresponde a VMC, es decir el 49% del total de superficie con este tipo de vegetaci3n en el predio del proyecto, esta vegetaci3n se mantendr3 como parte de las 3reas jardinadas con vegetaci3n natural. Por lo que resultar3 una medida considerablemente importante en la protecci3n de la biodiversidad, aunado a que se mantendr3 el servicio ambiental de este ecosistema al funcionar como barrera de protecci3n contra los agentes bioclim3ticos inclementes de la zona.

Del total de las especies presentes, sol3 una est3 incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y corresponde a *Thrinax radiata*, que se encuentra en la categor3a de amenazada. Hay individuos de otras especies de alto valor, como *Pouteria campechiana* y *Cordia sebestena*, pero no est3n en ninguna categor3a de riesgo.

Por lo anterior, se planea rescatar los individuos de las especies anteriormente mencionadas y replantarlos en las 3reas jardinadas que se tienen propuestas para el proyecto, y aquellos individuos que no alcancen a ser recolocados en el predio del proyecto, ser3n trasladados a sitios en los que puedan continuar con su desarrollo natural.

Aun cuando *Thrinax radiata* se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, es posible realizar el rescate y reubicaci3n de los individuos localizados dentro del predio, e incluso complementar las 3reas jardinas del proyecto con el trasplante de algunos de estos. Es importante se3alar que dicha especie es susceptible de ser cultivada en invernadero. En el cap3tulo VII se presentan las estrategias particulares para minimizar los

impactos que las obras y actividades del Proyecto que pudieran generar sobre el componente vegetaci3n.

Con las medidas propuestas se evitar3a daaar a la especie, y se asegurari3a no ponerla en riesgo y mantenerla con el valor cultural que tiene a nivel micro local.

Al no estar los tipos de vegetaci3n restringidos s3lo al 3rea del proyecto, y con las medidas planteadas, se asegura la conservaci3n de las especies por no ponerlas en riesgo, previendo con ello el cumplimiento a lo establecido en el art3culo 117 de LGDFS, en lo concerniente a que no se compromete la biodiversidad flor3stica.

### VI.1.2 Fauna

Para conocer la fauna existente en el pol3gono del proyecto se consult3 bibliograf3a y se realizaron muestreos que contemplaron las clases: Amphibia, Aves, Mammalia y Reptilia. En el caso de los anfibios no se encontr3 ning3n ejemplar, caso contrario para las dem3s clases.

Respecto a los mam3feros se encontraron 3 especies (*Rhogeessa aeneus*, *Cuniculus paca* y *Peromyscus yucatanicus*). En el caso de las aves, la clase m3s numerosa, se encontraron 18 especies, y no se observ3 ning3n nido; los principales exponentes de esta clase fueron: *Fregata magnificens* y *Cyanocorax yucatanicus*. Respecto a los reptiles se encontraron 7 especies, de las cuales se pueden mencionar a *Ctenosaura similis* y *Anolis rodriguezii*.

Cabe mencionar que dentro del pol3gono del proyecto se encontr3 una especie en riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, la *Ctenosaura similis* (iguana negra), que cuenta con el estatus de amenazada. Para el Sistema Ambiental Regional se reporta la

presencia de *Bassariscus sumichrasti* (cacomixtle), la cual se encuentra en protección especial.

Por otra parte el estudio de caracterización de fauna, demostró que como ocurre en la mayoría de los sitios el grupo de vertebrados más rico en especies fueron las aves, seguido de los reptiles, y en último lugar se tienen los mamíferos. La mayoría de las especies que se registraron dentro del predio son especies generalistas, en el caso de las aves no se encontró evidencia de nidos, lo que nos indica que este grupo solo utiliza la zona del predio como zona de paso para alimentarse o de reposo.

Otro de los grupos que muestra este comportamiento son los mamíferos, se reporto la especie *Cuniculus paca* dentro del predio, algunos autores reportan que individuos de esta especie prefieren zonas boscosas bien conservadas con dosel cerrado (Govoni y Fielding, 2001; Ahumada *et al*, 2013), también se ha reportado que los individuos de estas especie tienen diferentes madrigueras (Aquino *et al*, 2009), que emplean en actividades particulares como descanso, dormitorios y sitios de huida. Jax *et al*, 2015 reportan la presencia de esta especie en sitios donde la vegetación es relativamente densa y que no se tienen grandes carreteras en las proximidades, por lo que dentro del predio del proyecto se considera se tiene una de las madrigueras de descanso para el individuo de Tepezcuintle registrado, derivado de la poca perturbación que presenta el predio. Guzmán-Aguirre (2008) en su estudio sobre uso de hábitat del Tepezcuintle en el Parque Estatal de la Sierra de Tabasco, encontró que los individuos de esta especie pueden tener cierta adaptabilidad conductual y habitar diversos hábitats, ya que reporta evidencias de que esta especie se encuentra tanto en selva mediana y alta perennifolia, como en acahuales con diferentes grados de perturbación.

Al indagar en las especies que se registraron para el predio, en el grupo de los reptiles tenemos dos especies introducidas, una de ellas es *Hemidactylus frenatus* que la CONABIO reporta como una especie nativa de las Islas del Océano Pacífico introducida en México. Se le suele registrar asociada principalmente a los asentamientos humanos de zonas tropicales y subtropicales; adicionalmente en el predio (así como en el Sistema Ambiental Regional) se registró la especie *Anolis sagrei*, esta especie también esta reportada por la CONABIO como originaria de Cuba y Bahamas, pero como introducida en México. Losos *et al* (1993) reportan que esta especie tiene gran capacidad de dispersión y en algunos sitios puede alcanzar altas densidades, por lo que se le considera una especie muy plástica ya que se adapta bien a distintos ambientes, aunque prefiere vegetación abierta de sitios perturbados.

Con base en los fundamentos mencionados, la fauna que alberga la zona del proyecto, es fauna que no presenta ninguna especificidad por las condiciones del predio, es decir que consiste en especies de presencia generaliza e incluso son especies que indican cierto grado de perturbación, por lo que es posible que esta fauna sea reubicada en otro sitio que cuente con las condiciones adecuadas a su biología.

Por lo anterior, la ejecución de este proyecto, no afectará las poblaciones de estas especies en el SAR-AE, debido a que la riqueza y abundancia de la biodiversidad es considerada baja y que las especies presentes cuentan con cierta plasticidad para adaptarse en otros ambientes que compartan características que se tienen en la zona del predio.

Adicionalmente, como ya se señaló, en la implantación del proyecto se considera la realización de medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales derivados



del mismo. Se pretende conservar un h3bitat favorable para la fauna asociada al tipo de vegetaci3n presente en el predio, para la cual se mantendr3 un 3rea jardinada de 6,310.44 m<sup>2</sup>, y un 3rea jardinada con vegetaci3n natural correspondiente a 1,866.28 m<sup>2</sup>, las cuales suman una superficie total de 8,176.72 m<sup>2</sup> que podr3 servir como 3reas de refugio y protecci3n.

Finalmente se puede asegurar que el desarrollo del proyecto no afectar3 al funcionamiento del ecosistema, se sabe que es un ecosistema complejo ya que interact3an factores naturales as3 como antr3picos, ya que las dimensiones del predio y las dimensiones proyectadas para el desarrollo tur3stico son m3nimas comparadas con las dimensiones del SAR-AE y en general del ecosistema presente.

El equilibrio en el funcionamiento que ha alcanzado la zona tur3stica de Canc3n ha sido tal, que permite la compatibilidad de las diversas especies de flora y fauna con las diferentes actividades humanas. La zona es ampliamente fortalecida por la presencia de la Laguna Nichupt3, que funciona como buffer de la temperatura, almac3n de agua y alberga la biodiversidad. El desarrollo del proyecto no afectar3 de ninguna forma el actual funcionamiento de la Laguna Nichupt3 ya que las dimensiones del proyecto son m3nimas comparadas con las dimensiones del SAR-AE.

Con base a lo anteriormente descrito, se tiene planeado un Programa de Protecci3n y Conservaci3n de Fauna, el cual contempla, en una primera etapa, ahuyentar a los individuos de fauna fuera del pol3gono del proyecto. Posteriormente, las especies que tengan un desplazamiento lento ser3n reubicadas en sitios en donde la vegetaci3n y las condiciones ambientales sean semejantes y puedan continuar con su desarrollo natural. Se prev3 que con las actividades incluidas en el programa referido se evitar3 la perdida de especies faun3sticas.

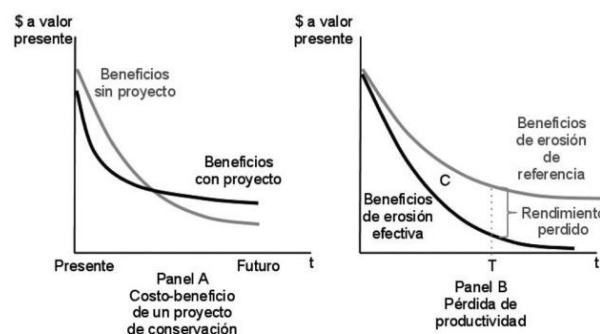
El predio no alberga fauna silvestre exclusiva, micro end3mica o 3nica, y algunas de las especies que se presentan en el predio est3n asociadas a ambientes perturbados; por lo que se prev3 que con las medidas propuestas se da cumplimiento a lo mencionado en el art3culo 117 de la LGDFS, en lo concerniente a que no se compromete la biodiversidad por el desarrollo del proyecto.

### VI.1.3 Suelo

La erosi3n de suelos es uno de los riesgos ambientales m3s importantes en M3xico. A pesar de haber sido estudiado durante varias d3cadas, el conocimiento actual de este proceso es a3n bastante escaso y superficial (Cotler et al, 2011).

De acuerdo con la evaluaci3n de la degradaci3n del suelo causada por el hombre en la Rep3blica Mexicana de la SEMARNAT, se reconoce que el 45% del territorio nacional (888,968.75 km<sup>2</sup>) muestra un cierto grado de degradaci3n de suelo, principalmente a trav3s de la erosi3n h3drica y del agotamiento de nutrientes, donde las actividades agr3colas ocasionan el 77% de deterioro.

Cotler *et al*, 2011 menciona en su valoraci3n del costo de la erosi3n del suelo, que la implementaci3n de medidas de conservaci3n de suelos, aumentan el valor de los suelos en el tiempo presente pero el beneficio proyectado a futuro es mayor (Figura VI.1).



**Figura VI.1.** Valoraci3n de la erosi3n del suelo con y sin la aplicaci3n de un proyecto de conservaci3n.

Estos mismo autores se~alan que en M3xico estamos perdiendo por lo menos el equivalente de 38.3 a 54.5 USD\$/ha, equivalentes al 4.2 a 7.2% del valor de producci3n del ma3z, ocasiona por la erosi3n del suelo.

Las evaluaciones que predominan sobre los efectos de la erosi3n del suelo se enfocan principalmente a la p3rdida de productividad en suelos agr3colas, sin embargo Guerrero-Campos (2005) menciona que son escasas las valoraciones que se hacen respecto a la erosi3n y su efecto sobre la vegetaci3n, desde la perspectiva ecol3gico-bot3nico.

Guerrero-Campos (2005) en su revisi3n bibliogr3fica sobre el efecto de la erosi3n en la cubierta vegetal identifica las siguientes generalidades relevantes:

- El incremento de la erosi3n del suelo produce un descenso muy claro y mantenido en la cobertura vegetal, tiene un efecto reciproco ya que esta disminuci3n de la cubierta vegetal favorece un incremento todav3a mayor de la erosi3n del suelo.
- Desde una perspectiva flor3stica y fitosociol3gica, se ha observado que la degradaci3n de la comunidad debida a procesos erosivos ocasiona una simplificaci3n (o empobrecimiento) flor3stica, as3 como una p3rdida de muchas de las especies caracter3sticas de la comunidad.

En un principio, se identific3 el tipo de suelo presente en el pol3gono del proyecto, el cual est3 compuesto de arenosol en un 72.86 % del total del 3rea, y solonchak 3rtico en un 27.13%. Tambi3n se pudo identificar una pendiente en el pol3gono que va de 0-1% con un declive hacia el litoral costero. Posteriormente, en base a la aplicaci3n de la formula universal de perdida de suelos se logr3 calcular la perdida de suelos para tres escenarios, tal como se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla VI.1.** Escenarios de p3rdida de suelo.

| Escenario de p3rdida de suelo          | Toneladas de suelo perdido por hect3rea por a3o | Clase de riesgo (FAO-UNESCO,1991) |
|--|---|-----------------------------------|
| Sin proyecto                           | 7.3112  | Nulo o ligero                     |
| Con proyecto                           | 104.859   | Moderado                          |
| Con proyecto con medidas de mitigaci3n | 3.3365  | Nulo o ligero                     |

Como se puede observar en la tabla anterior, en el escenario “con proyecto” se prev3 una p3rdida mayor a 14 veces lo previsto en caso de que no se llevar3 a cabo el mismo. En el escenario de “proyecto con medidas de mitigaci3n” se prev3 una p3rdida de suelo de car3cter nulo o ligero, menor a la mitad de lo establecido en el escenario “sin proyecto”.

En el caso de la degradaci3n del suelo se plantearon tres escenarios, los cuales se describen a continuaci3n:

**Tabla VI.2.** Escenarios de degradaci3n de suelos.

| Sin proyecto  | Con proyecto  | Con proyecto con medidas de mitigaci3n  |
|---|---|---|
| Se prev3 la degradaci3n f3sica vinculada con la erosi3n natural h3drica y e3lica. | El proceso de degradaci3n f3sica (erosi3n) se llevar3 a cabo en las primeras etapas del desarrollo del proyecto, debido a la remoci3n del suelo para la cimentaci3n y construcci3n de la infraestructura del proyecto.<br>Se prev3 la presencia de degradaci3n qu3mica en caso de que sean manejados de forma inadecuada los residuos s3lidos, l3quidos, de manejo especial o peligroso, que se generar3n a lo largo del proyecto.<br>Por 3ltimo se prev3 la degradaci3n biol3gica del suelo al retirar la vegetaci3n presente dentro del predio. | El proceso de degradaci3n f3sica (erosi3n) ser3 reducido, debido a que gran parte de la superficie del pol3gono del proyecto ser3 cubierto por material cementante, y no dejara el suelo expuesto. Esta afirmaci3n queda sustentada conforme a lo expuesto en la tabla anterior (ver tabla VI.1).<br>Se contar3 con contenedores especiales para cada tipo de residuo en cada una de las etapas del proyecto, y un sistema de recolecci3n constante que retire los residuos del 3rea del proyecto, lo anterior evitar3 la degradaci3n qu3mica del suelo.<br>Finalmente, se ha planeado la colocaci3n y cuidado de 3reas ajardinadas, lo cual disminuir3 la degradaci3n biol3gica del suelo. |

Como se puede constatar en base a los escenarios planteados en las tablas VI.1 y VI.2, en las primeras etapas del proyecto existir3 pérdida y degradaci3n m3nima de suelo, pero son situaciones que ser3n corregidas conforme avance el proyecto. La construcci3n de estructuras con material cementante disminuir3 la erosi3n del suelo, tambi3n conocida como degradaci3n f3sica, llegando a niveles menores que aquellos que se podr3an llegar a observar de manera natural; asimismo, las medidas adicionales (ver tabla VI.2) evitar3n la degradaci3n qu3mica y biol3gica del suelo. Aunado a lo anterior, dentro del predio la pendiente es muy reducida, y no se considera realizar cortes de taludes o laderas, la superficie plana contribuye a tener un menor efecto sobre el riesgo de p3rdida de suelo.

Lo anteriormente descrito muestra que las medidas propuestas evitar3n la erosi3n, degradaci3n, o afectaciones al suelo, lo que le da viabilidad t3cnica-ambiental al proyecto para el componente ambiental del suelo.

Dichas medidas se enlistan a continuaci3n:

| <b>Medidas de mitigaci3n</b>   |
|--|
| El material producto del desmonte y despalme que se requiera ser3 recolectado, triturado y aprovechado para el mejoramiento de las 3reas jardinadas del proyecto.  |
| Aplicaci3n de un Programa de Conservaci3n y Protecci3n de Suelos   |
| Evitar que se realicen acciones de reparaci3n a la maquinaria o veh3culos dentro de las 3reas del proyecto.  |
| El manejo de residuos considera lo siguiente:<br>-Minimizaci3n: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitar al m3ximo excesos de materiales residuales con la planeaci3n y estimaci3n adecuada de las actividades y materiales requeridos para las diferentes etapas.</li> <li>• Capacitaci3n de personal para el manejo de residuos s3lidos urbanos y residuos peligrosos.</li> </ul> |
| -Segregaci3n: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los residuos s3lidos urbanos se segregari3n en org3nicos e inorg3nicos, los residuos peligrosos se segregari3n con base en sus caracter3sticas de riesgo.</li> <li>• Todos los residuos se identificar3n de acuerdo a lo establecido en la legislaci3n aplicable.</li> </ul>  |
| -Embalaje, etiquetado y almacenamiento: <ul style="list-style-type: none"> <li>• En los frentes de trabajo existir3n contenedores adecuados para el acopio de residuos</li> </ul>  |

| <b>Medidas de mitigaci3n</b>  |
|---|
| <p>debidamente se3alados.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se establecer3n 3reas de almacenamiento temporal de residuos s3lidos urbanos y residuos peligrosos. Dichas 3reas estar3n se3alizadas y se ubicar3n en 3reas separadas de las 3reas de trabajo y almacenamiento de materiales minimizando los riesgos en caso de accidentes o derrames.</li> <li>• Durante la etapa de operaci3n y mantenimiento el lugar del centro de almacenamiento de los RSU y de manejo especial ser3 en las Subestaciones El3ctricas.</li> <li>• El material almacenado, ser3 desalojado para su tratamiento o disposici3n final, seg3n los estipule la legislaci3n aplicable.</li> <li>• Se llevar3 un control de entradas y salidas de los residuos.</li> <li>• Las 3reas de almacenamiento ser3n inspeccionadas de manera regular.</li> </ul> |
| <p>-Transporte, tratamiento y disposici3n.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrataci3n de empresas autorizadas para el transporte, tratamiento, reciclaje y disposici3n final de los residuos.</li> </ul>   |

En el Cap3tulo VII apartado VII.11 se presenta el Programa de Conservaci3n y Protecci3n de Suelos, donde se plantean los siguientes indicadores de eficacia:

**Tabla VI. 1** Indicadores del Programa de Conservaci3n y Protecci3n del suelo

| <b>Indicador de seguimiento ambiental</b>   | <b>Indicador de 3xito (Umbral esperado)</b>  | <b>Acciones que se deber3n implementar en caso de incumplimiento</b>  |
|---|--|---|
| Registro del volumen de suelo org3nico que sea despalmado y acamellonado en cada sitio rescatado (horizonte A), en m <sup>3</sup> . | Volumen de suelo org3nico rescatado y conservado > 90 %  | De no ser as3 se deber3 revisar las acciones del programa que no se est3n cumpliendo durante las actividades de desmonte y despalme del proyecto. |
| Superficie con vegetaci3n natural que ser3 respetada.   | Superficie que presenta cobertura total con especies nativas en las superficies del predio.  | En caso contrario verificar las causa de los aclareos.  |
| Volumen de suelo recuperado y reincorporado a las superficies destinadas para 3reas jardinadas dentro del predio                    | Volumen de suelo org3nico reincorporado a las 3reas jardinadas.<br>Porcentaje de cubierta herb3cea y grado de consolidaci3n >85% despu3s de las actividades de | Verificar que las 3reas destinadas a 3reas ajardinadas dentro del predio, no presenten problemas de erosi3n del suelo, para evitar p3rdidas.      |

| Indicador de seguimiento ambiental | Indicador de 3xito (Umbral esperado)                               | Acciones que se deber3n implementar en caso de incumplimiento |
|------------------------------------|--|---|
|                                    | revegetaci3n en las zonas delimitadas para ello, dentro del predio |   |

#### VI.1.4 Agua

El sitio en el que se planea desarrollar el proyecto posee una permeabilidad alta, caracter3stica propia de toda la pen3nsula de Yucat3n. Igualmente, no existen ac3iferos u otros cuerpos de agua, como causes o arroyos, en el pol3gono del proyecto.

En base a la informaci3n anterior se procedi3 a calcular el volumen de infiltraci3n de agua, tomando en cuenta los par3metros de 3rea del pol3gono del proyecto y de la vegetaci3n presente en el mismo (vegetaci3n secundaria de selva mediana subperennifolia y vegetaci3n de matorral costero), con lo cual se conformaron tres escenarios. Los resultados de dicho an3lisis se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla VI.3.** Escenarios volumen de infiltraci3n.

| Escenario                      | Volumen de infiltraci3n (m <sup>3</sup> anuales) |
|--------------------------------|--|
| Sin proyecto                   | -10,607.04                                       |
| Etapa de preparaci3n del sitio | -14,709.43                                       |
| Proyecto concluido             | -11,152.06                                       |

Como se muestra en la tabla anterior, los c3lculos de infiltraci3n en el predio presentan valores negativos, lo que indica una nula infiltraci3n, y se justifica en base a que el volumen de p3rdidas por evapotranspiraci3n supera el volumen de captaci3n de agua por precipitaci3n.

Es así, como se demuestra que la realización del proyecto tendrá un impacto mínimo en cuanto a la disminución de la disponibilidad del agua subterránea por infiltración.

Para disminuir el impacto anteriormente mencionado, se ha planeado el uso de materiales permeables en distintas áreas del proyecto, se tendrán áreas ajardinadas y se contará con un sistema de infiltración de agua de lluvia, además se ha considerado un programa que monitoreará, mediante pruebas de bombeo, el volumen del agua subterránea. Con dichas acciones se prevé que se mantendrá el flujo de agua hacia el subsuelo y se evitará una disminución del volumen del líquido en cuestión.

Finalmente, existe la posibilidad de que la calidad del agua subterránea se vea afectada, debido a que se planea inyectar en el subsuelo la salmuera de rechazo de la planta desalinizadora (ver capítulo II). Sin embargo, se prevé que dicho líquido sea insertado a una profundidad en la que solo se encuentre agua salada. Aunado a lo anterior, se tiene planeado un programa que monitoreará la calidad del agua subterránea, mediante análisis fisicoquímicos. Las acciones mencionadas anteriormente, prevendrán la contaminación del agua subterránea y darán la pauta para actuar en caso de que algún parámetro de calidad del agua rebase los parámetros previstos en la normatividad.

De acuerdo con el estudio hidrológico realizado para el presente proyecto, se determinó que el predio no presenta escurrimientos, tampoco es una zona donde se presente acumulación de agua superficial. El coeficiente de escurrimiento estimado es de 0.70, este valor es muy similar a lo reportado para suelos impermeables. Por otra parte, se comprobó que el agua subterránea del acuífero regional no tiene conexión hidráulica con el agua superficial que conforma el sistema lagunar Nichupté ni con los encharcamientos formados por la precipitación en la zona. De tal manera que la hidrodinámica del sistema lagunar no se verá comprometida por la modificación en el uso de suelo del predio de interés.



A lo largo del tiempo en que se desarrollara el proyecto y durante sus diferentes etapas, se prev3 la generaci3n de desechos l3quidos (aguas residuales, residuos de barnices, pintura, etc.). En la etapa de preparaci3n del sitio y construcci3n, la mayor generaci3n de aguas residuales se relaciona con el funcionamiento de los sanitarios port3tiles, que se ubicaran en la zona de obra, estas aguas residuales ser3n tratadas por una empresa contratada para prestar ese servicio, que cuente con la certificaci3n pertinente en el 3rea y que asegure su adecuado manejo, de tal manera que se puede asegurar que estas aguas residuales no representan un riesgo de contaminaci3n del acuífero.

Los residuos generados como resultado de los procesos de construcci3n, que pudieran comprometer la calidad del agua. Ser3n confinados en contenedores especiales, y almacenados en sitios seguros hasta su recolecci3n por parte de una empresa contratada para tal actividad especializada en el manejo de residuos, evitando con esto el derrame sobre el suelo que pudiera infiltrarse y contaminar el acuífero.

En el programa de manejo integral de residuos, dentro del cap3tulo VII del presente documento, se detallan las medidas a tomarse en caso de presentarse derrames accidentales, en los cuales pudiera comprometerse la calidad del acuífero.

Durante la etapa de operaci3n del proyecto se considera que se requerir3 mayor volumen de agua, y ser3 la etapa donde se generaran vol3menes considerables de aguas residuales. El abastecimiento de agua se realizar3 por extracci3n en pozos localizados dentro del predio del proyecto, se efectuar3 a trav3s de la obtenci3n de agua salobre y potabilizaci3n de la misma mediante un proceso de desalinizaci3n, el agua resultante ser3 empleada en las diversas actividades relacionadas al funcionamiento del proyecto (sanitarios y duchas, cocina, etc.).

Como subproducto del proceso de desalinización, se generará un volumen estimado de 385,000 lpd de salmuera, los cuales serán reinyectados al acuífero, se inyectarán a una profundidad mayor a 10.5 m que es la profundidad a la cual la influencia marina permite identificar el estrato como agua salada, con esto se impide que la concentración de sales contamine el agua dulce presente en el primer estrato del acuífero.

El agua residual generada durante la operación del proyecto será descargada en la red de drenaje público, que se encuentra a cargo de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo (Capanet).

De acuerdo con las medidas de mitigación, y con base en los resultados del estudio hidrológico del acuífero y de la hidrodinámica del sistema lagunar Nichupté, se puede asegurar que la calidad del agua presente en el SAR no se verá afectada por la operación del proyecto propuesto. No obstante de acuerdo a Granel *et al.* (2006) en la zona se presenta un impacto negativo en la calidad del agua subterránea derivada del desarrollo antropogénico de la ciudad, debido al incremento del número de habitantes que cada vez generan más desechos líquidos y sólidos.

El objetivo de las medidas planteadas es el de prevenir el deterioro de la calidad del agua, y ayudar a la infiltración del agua, por lo que se prevé que se cumpla con el artículo 117 de la LGDFS.

### **VI.1.5 Conclusiones**

No se prev3n impactos ambientales derivados del cambio de uso de suelo que comprometan la biodiversidad del sitio, ya que se tienen contemplados programas para la protecci3n y conservaci3n de la flora y la fauna, incluyendo las especies en riesgo y otras especies que por su importancia ameriten ser incorporadas a dichos programas.

Para prever el deterioro de la calidad de los cuerpos de agua cercanos al sitio, se implementarán, en todas las etapas del proyecto, acciones que evitarán la contaminaci3n del suelo y del agua por la disposici3n o manejo inadecuado de residuos urbanos, especiales, l3quidos y/o peligrosos.

Asimismo, se prevé una disminuci3n m3nima en la captaci3n de agua subterr3nea, para lo cual se ha planeado usar materiales permeables en varias obras del proyecto, colocaci3n de 3reas ajardinadas y un sistema de inyecci3n de agua de lluvia. Con las medidas anteriormente descritas, se mantendr3 un flujo de agua hacia el subsuelo.

En el caso del suelo se prevé una erosi3n m3nima en la etapa de preparaci3n del sitio y construcci3n del proyecto, la cual ser3 contrarrestada con la creaci3n de espacios de 3reas jardinadas. De igual forma, se ha considerado la reforestaci3n de sitios que lo ameriten, como parte de las acciones necesarias para la concesi3n de cambio de uso de suelo de terrenos forestales.

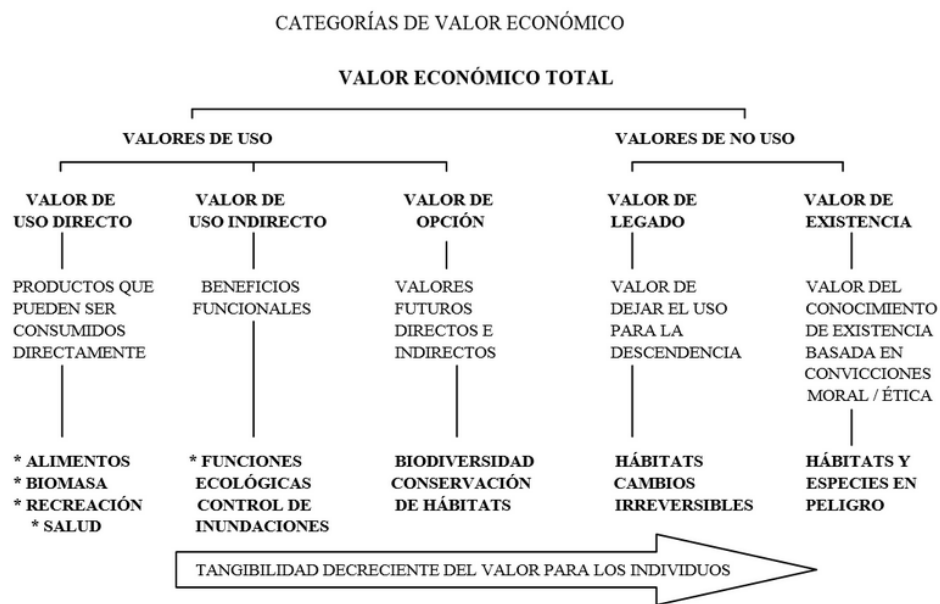
## VI.2 Justificaci3n econ3mica

En este apartado se justificar3 el desarrollo del proyecto mediante la descripci3n de c3mo los usos alternativos del suelo ser3n m3s productivos a largo plazo que el dejar el sitio del proyecto tal y como se encuentra en la actualidad.

Es necesario mencionar que es dif3cil valorar adecuadamente los bienes ambientales, esto se debe a que no existe un mercado definido para la transacci3n de los mismos, porque nadie, o muy pocos, estar3an dispuestos a pagar por algo que podr3an obtener gratuitamente, ya que los recursos y servicios naturales no son de propiedad privada.

En la siguiente figura se representan los distintos valores que se le pueden asignar a los recursos y servicios ambientales.

**Figura VI.1.** Categor3as de valor econ3mico para los recursos y servicios ambientales (Tomasini D., 2009).



Tomando en cuenta los argumentos anteriores se procede a mostrar el valor de los servicios y bienes ambientales presentes en el sitio del proyecto.

### **VI.2.1 Valor de productos forestales**

Una vez realizado el inventario de flora, se determin3 que cuales especies son maderables, se considera un total de 12 especies maderables, con la finalidad de presentar un par3metro econ3mico del valor de los recursos naturales, se estim3 el valor de las especies maderables dentro del predio, el costo de los recursos forestales maderables en el pol3gono del proyecto ser3a de \$137,381.1 M.N., destacan por su volumen *Cordia sebestena*, *Thrinax radiata* y *Bursera simaruba*.

Los Productos Forestales No Maderables, tambi3n llamados Beneficios Forestales No Madereros, son "todos los productos y servicios vegetales y animales, excluida la madera rolliza industrial y la madera para energ3a, derivados de los bosques y otras tierras forestadas y de 3rboles fuera del bosque".

De acuerdo con Tapia-Tapia y Reyes-Chilpa (2008) se distinguen siete categor3as de Productos Forestales No Maderables:

1. Resinas: se extraen de algunas especies de los g3neros *Pinus* y *Abies*
2. Fibras: para cordeler3a, textiles, etc.
3. Gomas: utilizadas en la industria alimenticia, as3 como en ung3ntos, b3lsamos, cosm3ticos y pegantes
4. Ceras: por ejemplo, candelilla (*Euphorbia antisyphilitica*)
5. Rizomas: empleados tanto para la extracci3n de sustancias de inter3s farmac3utico, como para uso alimenticio

6. Tierra de monte: mezcla de diferentes suelos forestales que se demanda para jardines, parques, hogares y viveros
7. Otros productos: categor3a general que abarca una gran diversidad de bienes tales como frutos, hongos, semillas, plantas medicinales, plantas ornamentales, etc.

Dentro del predio actualmente no se realiza ning3n tipo de extracci3n, sin embargo para la valoraci3n de Productos Forestales No Maderables, se utiliz3 aquellas especies de los estratos arbustivo y herb3ceo que son ofertados en viveros, algunas especies no se encuentran dentro del mercado comercial, sin embargo su precio se homolog3 con alguna especie semejante disponible para el comercio. Las especies y costos se muestran en la siguiente tabla.

El valor total estimado de los Productos Forestales No Maderables fue de \$369,945 M.N., destaca el costo la especie de palma *Thrinax radiata*, con un costo unitario de 50 pesos M.N.

El resultado de asignar un valor econ3mico a las especies de flora que se encontraron dentro del pol3gono del proyecto, y realizar una sumatoria de dicho concepto, se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla VI.4.** Valor econ3mico de los productos forestales maderables y no maderables del pol3gono del proyecto.

| Concepto                           | Valor monetario (\$MXN) |
|------------------------------------|-------------------------|
| Productos forestales maderables    | 137,381.10              |
| Productos forestales no maderables | 369,945.00              |
| Total                              | 507,326.10              |

Por otra parte se realiz3 una estimaci3n del costo que implican las actividades de restauraci3n y mantenimiento de la vegetaci3n dentro del predio en el supuesto de mantener las condiciones originales del mismo y el mantenimiento de la vegetaci3n presente.

Se estim3 el costo total por actividades de reforestaci3n con especies nativas de la superficie con vegetaci3n de 1.5684 hect3reas, por un monto de **\$386,495.00 M.N.** (ver cap3tulo VII), por otra parte se estim3 el monitoreo del proceso de revegetaci3n natural o sucesi3n ecol3gica de manera semestral y con una duraci3n de 50 a3os, posteriores al inicio de las labores de restauraci3n, puesto que es el periodo en que se espera se alcance la estructura que actualmente presenta la vegetaci3n en el pol3gono del proyecto. Dicho monto corresponde a \$3,000,000.00, asimismo el costo por la vigilancia del predio se estim3 de \$6,000,000.00 por el mismo periodo de 50 a3os.

En la siguiente tabla se resumen los costos indicados anteriormente:

| CONCEPTO   | COSTO TOTAL            |
|--|------------------------|
| Restauraci3n de suelos   | \$ 6,203.48            |
| Reforestaci3n con especies nativas   | \$ 386,495.00          |
| Monitoreo del proceso de revegetaci3n natural o sucesi3n ecol3gica (Semestral) | \$ 3,000,000.00        |
| Vigilancia continua del predio de inter3s                                      | \$ 6,000,000.00        |
| <b>COSTO TOTAL=</b>  | <b>\$ 9,392,698.48</b> |

Considerando que la derrama econ3mica total estimada por el desarrollo del proyecto es de USD \$80'000,000.00 (ochenta millones de d3lares americanos), la derrama econ3mica 3nicamente para actividades involucradas en el cambio de uso de suelo, que incluye la aplicaci3n de las diferentes medidas de mitigaci3n, se estima corresponda al 10% del monto de inversi3n que se traduce en USD \$8, 000, 000.00 (ocho millones de d3lares americanos), el costo de los recursos biol3gico forestales de \$ 577,038.19 (Quinientos

setenta y siete mil, treinta y ocho pesos 19/100 M.N.), y el costo por las actividades de restauraci3n result3 de \$ 9,392,698.48; por lo cual se puede afirmar que con un par3metro monetario, el proyecto ser3 m3s productivo en la regi3n a largo plazo.

### VI.2.2 Valor econ3mico de la fauna

Dar un valor a la fauna del sitio fue un proceso dif3cil, ya que no se pudieron encontrar metodolog3as satisfactorias que describieran como llevar a cabo dicho proceso. Es por ello que se opt3 por seleccionar a las especies con un valor comercial; es decir, aquellas que se pueden encontrar en las tiendas de mascotas, y realizar una sumatoria de su valor de mercado.

En el caso de las especies que no tienen un valor comercial, se consider3 el costo de los espec3menes m3s parecidos a ellas. Los c3lculos anteriores dieron como resultado lo siguiente:

**Tabla VI.5.** Valor econ3mico de la fauna encontrada dentro del pol3gono del proyecto.

| Concepto | Valor monetario (\$MXN) |
|----------|-------------------------|
| Fauna    | 36,894.85               |

### VI.2.3 Valor de la captura de carbono

El valor de captura de carbono por la presencia de la vegetaci3n del pol3gono del proyecto se calcul3 de la siguiente forma:

$$\text{Ton de Carbono retenidas por el sitio} = R * A$$



Donde:

R= Retenci3n de carbono por hect3rea de selva perennifolia

A= 3rea con vegetaci3n dentro del pol3gono del proyecto

$$\begin{aligned} \text{Ton de Carbono retenidas} &= 164.8 \frac{\text{Ton de C}^1}{\text{ha}} * 1.5683 \text{ ha} \\ &= 264.102 \text{ Ton de C} \end{aligned}$$

Posteriormente se continu3 con el c3lculo del costo de las toneladas de carbono retenidas.

$$264.102 \text{ Ton de C} * 7.32 \frac{\text{€}^2}{\text{Ton de C}} * 17.37 \frac{\text{\$}^3}{\text{€}} = \$ 32,862.24$$

<sup>1</sup> Ordoñez (2004) y Macera *et al* (2001).

<sup>2</sup> <http://www.sendeco2.com/>

<sup>3</sup> El tipo de cambio fue calculado en julio de 2015.

**Tabla VI.6.** Valor econ3mico de la captura de carbono por la vegetaci3n del pol3gono del proyecto.

| Concepto           | Valor monetario (\$MXN) |
|--------------------|-------------------------|
| Captura de carbono | 32,862.24               |

#### **VI.2.4 Valor de los servicios hidrol3gicos**

No se pudo realizar un estimado del costo de los vol3menes de infiltraci3n, ya que el volumen de filtraci3n estimado del predio del proyecto reporta valores negativos, derivados de una mayor evapotranspiraci3n, que provoca que el agua filtrada sea m3nima (ver apartado VI.1.4 Agua).

#### **VI.2.5 Valor de mantener una cobertura forestal**

El valor de mantener una cobertura vegetal se basa en los siguientes puntos:

- Control de la erosi3n
- Producci3n de madera
- Investigaci3n cient3fica

De los conceptos mencionados anteriormente, controlar la erosi3n del suelo es la caracter3stica m3s importante por la cual se debe de mantener la cobertura vegetal. Sin embargo, como se menciona en p3rrafos anteriores (ver apartado VI.1.3 suelo) y en la descripci3n del proyecto, se provocar3 la erosi3n del suelo en las primeras etapas del proyecto de forma m3nima, lo cual ser3 contrarrestado con la creaci3n de 3reas jardinadas y 3reas ajardinadas, lo cual evitar3 que se produzca una erosi3n relevante.

Por otra parte, es necesario mencionar que existir3n zonas en las que el suelo ser3 completamente cubierto por la infraestructura tur3stica.

Debido a lo mencionado anteriormente, no fue posible dar un valor monetario al hecho de mantener una cobertura forestal en base a los conceptos de control de la erosi3n, e

investigaci3n cient3fica. Por otra parte, el valor de la cobertura vegetal en base a la producci3n de madera, se analiz3 en el apartado VI.2.1 valor de productos forestales.

## VI.2.6 Conclusiones

La valoraci3n econ3mica de los recursos y servicios ambientales fue sumamente dif3cil de realizar, ya que no se encontraron los suficientes par3metros contra los cuales compararlos. Sin embargo, con los datos disponibles, se logr3 obtener el valor de los recursos y servicios ambientales del sitio en el que se planea llevar a cabo el proyecto, resultando un monto de \$577,083.19, el cual se desglosa en la siguiente tabla.

**Tabla VI.7.** Valor econ3mico de los servicios y productos ambientales.

| Concepto  | Valor monetario (\$MXN) |
|---|-------------------------|
| Productos forestales maderables y no maderables             | 507,326.10              |
| Fauna   | 36,894.85               |
| Captura de carbono por vegetaci3n del pol3gono del proyecto | 32,862.24               |
| Total   | 577,083.19              |

Finalmente, incluyendo el costo del proyecto, los costos de actividades de restauraci3n y los costos de recursos forestales y biol3gicos, el costo de llevar a cabo el proyecto se estim3 en 95, 642,979.57 USD, lo cual supera en m3s de 200 veces el costo de los recursos y servicios ambientales del sitio.

## **VI.3 Justificaci3n Social**

El impacto social que tendr3 el proyecto se basa en la generaci3n de empleos, as3 como en coadyuvar con las metas del Programa Nacional de Desarrollo 2013-2018 en materia de prosperidad y turismo.

### **VI.3.1 Programa Nacional de Desarrollo 2013-2018 (PND)**

El PND en su apartado "VI.4 M3xico Prospero" plantea la necesidad de fomentar el turismo, respetando la planeaci3n territorial y acatando los ordenamientos ecol3gicos de cada demarcaci3n, as3 como los tratados internacionales en materia de cuidado ambiental, de los cuales M3xico forma parte.

Es as3, como el desarrollo del proyecto se presenta como un desarrollo tur3stico que busca atraer la atenci3n del turismo nacional e internacional, bajo un marco de cuidado y respeto al medio ambiente.

### **VI.3.2 Generaci3n de fuentes de trabajo**

En la actualidad no se tiene registro de que se lleve a cabo ninguna actividad productiva en el sitio del proyecto. Sin embargo, esta situaci3n cambiar3 radicalmente, ya que en las diferentes etapas del desarrollo del proyecto se tiene contemplada la generaci3n de varias fuentes de trabajo, y algunas de ellas ser3n de manera permanente en la etapa de operaci3n y mantenimiento.

Desde albañiles, hasta administradores, pasando por electricistas, arquitectos e ingenieros, las etapas de preparaci3n del sitio y de construcci3n del proyecto requerir3n la cooperaci3n de varios individuos con diferentes habilidades y conocimientos. Este impacto socioecon3mico en las dos primeras etapas del proyecto ser3 temporal, pero sin lugar a duda ser3 muy significativo, ya que dotar3 de empleo a un gran n3mero de personas. En la etapa de operaci3n y mantenimiento tambi3n se generaran varios empleos, a lo largo de varias d3cadas, ya que el proyecto tiene una vida 3til de al menos 50 aÑos.

### **VI.3.3 Conclusiones**

El presente proyecto atiende a lo establecido en el PND en materia de prosperidad y turismo mediante el desarrollo de un complejo hotelero que generar3 una gran cantidad de empleos, tanto permanentes como temporales, en un marco de cuidado y respeto al medio ambiente.

### **VI.4 Conclusiones generales**

Acorde a lo establecido en este cap3tulo, a la descripci3n del proyecto, y a la descripci3n del sistema ambiental regional, se concluye que los impactos ambientales que conllevar3 la ejecuci3n del mismo, para los cuales se est3n considerando las medidas de prevenci3n, mitigaci3n y compensaci3n, incorporadas en diferentes programas, no comprometen la biodiversidad del sitio y de igual manera no se provocar3 un deterioro de la calidad del agua o una disminuci3n de su captaci3n.

Por otra parte, se tendr3 una erosi3n m3nima del suelo en las primeras etapas del proyecto, lo cual ser3 subsanado en las etapas de operaci3n y mantenimiento con cobertura vegetal definida como 3reas ajardinadas o 3reas jardinadas con especies vegetativas que no ser3n removidas de su sitio.

Asimismo, sin lugar a duda, la ejecuci3n del proyecto es una alternativa m3s productiva a largo plazo, que el dejar inalterado el sitio, ya que la inversi3n monetaria no solo generar3 infraestructura tur3stica que permitir3 el aprovechamiento del potencial tur3stico de la regi3n, sino que adem3s generar3 empleos directos e indirectos, as3 como temporales y permanentes.

Por 3ltimo, el proyecto ha justificado su viabilidad desde una perspectiva t3cnica-ambiental, econ3mica y social, lo cual permitir3 su desarrollo en un entorno de cuidado y respeto al medio ambiente.

Como ha sido mencionado por diferentes autores, y como se comprob3 en este ejercicio, la valoraci3n econ3mica de los diferentes aspectos ambientales relacionados al proyecto, no es simple, sin embargo en esta aproximaci3n, se sacaron diferentes valores del costo de recursos maderables (\$137,381.1 M.N.) recursos no maderables (\$369,945 M.N.), fauna (\$36,894.85), captura de carbono (\$32,862.24 M.N.), que resulta en un total de \$577,083.19 M. N., con el retiro de la cubierta vegetal del predio el valor previamente presentado significa la p3rdida econ3mica que implica dicha actividad, sin embargo una vez que el proyecto se encuentre en operaci3n se estima que retorno de la inversi3n supere de manera importante el valor calculado en este apartado.

Lo anterior tiene relaci3n directa con el costo que se prev3 para la ejecuci3n de las diferentes medidas de mitigaci3n, mismas que se encuentran incluidas en diferentes programas ambientales, dentro de los cuales se incluyen actividades de seguimiento y

monitoreo que garantizar3n la eficacia de las medidas y en su caso aplicar acciones correctivas, lo anterior repercutir3 en el mejoramiento y mantenimiento de la calidad ambiental dentro del predio del proyecto y por ende se contribuir3 a mantener los procesos ecosist3micos dentro del SAR-AE.

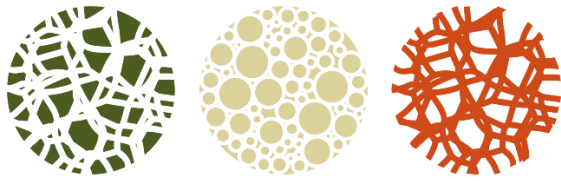
De conformidad con la valoraci3n de los diferentes servicios ambientales que fueron identificados dentro del predio del proyecto y que contribuyen al mantenimiento de la calidad ambiental del SAR-AE, con la ejecuci3n del proyecto se garantiza la permanencia e incremento en la calidad de los servicios ambientales, dado que la aplicaci3n de las diferentes medidas de mitigaci3n incide, en este caso en particular de forma positiva en el mantenimiento de la biodiversidad de flora y fauna, al mantener 3reas jardinadas con vegetaci3n natural se mantiene a su vez el h3bitat para las especies de fauna silvestre que se distribuyen dentro del SAR-AE, asimismo, la aplicaci3n de medidas preventivas como el rescate de ejemplares de flora y fauna silvestres disminuye el impacto sobre la abundancia y diversidad de especies. Al respecto, tal como se plantea en los programas correspondientes de rescate, los ejemplares de flora y fauna que sean rescatados ser3n reubicados en 3reas de caracter3sticas similares, y en el caso de flora en zonas que presenten alg3n tipo de degradaci3n, incrementando con ello la calidad ambiental del SAR-AE y el mantenimiento de los procesos ecosist3micos dentro del mismo.

En t3rminos sociales, la puesta en marcha de un proyecto de tipo tur3stico atrae la captaci3n de divisas que favorecen la actividad econ3mica de la regi3n y se suman a la actividad tur3stica de la zona, de igual manera durante la ejecuci3n de las diferentes etapas del proyecto se crean fuentes de empleo temporales y permanentes.



No se debe dejar de lado, el valor intr3nseco de los recursos naturales, como se ha plasmado en este cap3tulo, el valor de los recursos naturales supera un costo monetario, al pensar principalmente en modificaci3n de paisajes, perdida de ejemplares de cualquier especie y el valor incalculable de estos recursos dentro de la cultura y/o antropolog3a humana, as3 como la historia natural de especies y ecosistemas.





---

qvgesti3nambiental

# CAPITULO VII

ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCI3N Y MITIGACI3N DE  
IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL  
SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

## Contenido

|   |    |
|---|----|
| VII. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCI3N Y MITIGACI3N DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)..... | 6  |
| VII.1. INTRODUCCI3N .....   | 6  |
| VII.2. PROGRAMA DE SUPERVISI3N Y GESTI3N AMBIENTAL .....  | 11 |
| VII.2.1. Supervisi3n y vigilancia de las obras y actividades del proyecto .....   | 12 |
| VII.2.2. Verificaci3n de la observancia de las obligaciones establecidas.....   | 13 |
| VII.2.3. Indicadores de cumplimiento del Programa .....   | 13 |
| VII.3. PROGRAMA DE DIFUSI3N Y EDUCACI3N AMBIENTAL .....   | 14 |
| VII.3.1. Objetivos .....  | 15 |
| VII.3.2. Impactos que ser3n atendidos por el programa .....   | 15 |
| VII.3.3. Estrategias (medidas espec3ficas) .....  | 16 |
| VII.3.4. Indicadores de cumplimiento del programa .....   | 19 |
| VII.3.5. Cronograma de actividades .....  | 20 |
| VII.4. PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACI3N DE FLORA .....   | 21 |
| VII.4.1. Objetivos .....  | 22 |
| VII.4.2. Impactos que ser3n atendidos por el programa .....   | 22 |
| VII.4.3. Estrategias (medidas espec3ficas) .....  | 22 |
| VII.4.4. Indicadores de cumplimiento del programa .....   | 39 |
| VII.4.5. Cat3logo de conceptos de trabajo .....   | 41 |
| VII.4.6. Cronograma de actividades .....  | 43 |
| VII.5. PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACI3N DE FAUNA .....   | 45 |
| VII.5.1. Objetivos .....  | 45 |
| VII.5.2. Impactos que ser3n atendidos por el programa .....   | 45 |

---

|            |   |     |
|------------|---|-----|
| VII.5.3.   | Estrategias (medidas espec3ficas) .....   | 45  |
| VII.5.4.   | Indicadores de cumplimiento del programa .....  | 59  |
| VII.5.5.   | Cat3logo de conceptos de trabajo .....  | 61  |
| VII.5.6.   | Cronograma de actividades .....   | 63  |
| VII.6.     | PROGRAMA DE CONTROL DE EMISIONES A LA ATM3SFERA .....   | 64  |
| VII.6.1.   | Objetivos .....   | 64  |
| VII.6.2.   | Impactos que ser3n atendidos por el programa .....  | 64  |
| VII.6.3.   | Estrategias (medidas espec3ficas) .....   | 64  |
| VII.6.4.   | Indicadores de cumplimiento del programa .....  | 69  |
| VII.7.     | ACTIVIDADES DE RESTAURACI3N POR CAMBIO DE USO DE SUELO .....  | 69  |
| VII.7.1.   | Objetivos .....   | 79  |
| VII.7.2.   | Impactos que ser3n atendidos por el programa .....  | 79  |
| VII.7.3.   | Sitios propuestos para la Restauraci3n .....  | 79  |
| VII.7.4.   | Selecci3n de las especies para reforestaci3n .....  | 80  |
| VII.7.5.   | Estimaci3n del costo de las actividades de restauraci3n con motivo del cambio de uso de suelo ..... | 88  |
| VII.8.     | PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS .....   | 92  |
| VII.8.1.   | Objetivos .....   | 92  |
| VII.8.2.   | Impactos que ser3n atendidos por el programa .....  | 93  |
| VII.8.3.   | SUBPROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS S3LIDOS .....   | 93  |
| VII.8.3.1. | Objetivos .....   | 94  |
| VII.8.3.2. | Estrategias (medidas espec3ficas) .....   | 94  |
| VII.8.3.3. | Indicadores de realizaci3n o cumplimiento .....   | 103 |
| VII.8.3.4. | Calendario de comprobaci3n .....  | 104 |
| VII.8.3.5. | Puntos de comprobaci3n .....  | 105 |
| VII.8.3.6. | Medidas de urgente aplicaci3n .....   | 105 |
| VII.8.4.   | SUBPROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS .....  | 105 |
| VII.8.4.1. | Objetivos .....   | 106 |

---

|            |  |     |
|------------|--|-----|
| VII.8.4.2. | Estrategias (medidas espec3ficas) .....  | 106 |
| VII.8.4.3. | Indicadores de cumplimiento del programa.....  | 114 |
| VII.8.4.4. | Calendario de comprobaci3n .....   | 114 |
| VII.8.4.5. | Puntos de comprobaci3n .....   | 115 |
| VII.8.4.6. | Medidas de urgente aplicaci3n .....  | 115 |
| VII.8.5.   | SUBPROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS L3QUIDOS .....   | 118 |
| VII.8.5.1. | Objetivos .....  | 118 |
| VII.8.5.2. | Estrategias (medidas espec3ficas) .....  | 119 |
| VII.8.5.3. | Indicadores de cumplimiento del programa.....  | 121 |
| VII.8.5.4. | Calendario de comprobaci3n .....   | 121 |
| VII.8.5.5. | Puntos de comprobaci3n .....   | 122 |
| VII.8.5.6. | Medidas de urgente aplicaci3n .....  | 124 |
| VII.9.     | PROGRAMA DE MONITOREO DE AGUA SUBTERR3NEA .....  | 125 |
| VII.9.1.   | Objetivos .....  | 126 |
| VII.9.2.   | Impactos que ser3n atendidos por el programa .....   | 126 |
| VII.9.3.   | Estrategias (medidas espec3ficas) .....  | 126 |
| VII.9.4.   | Sitios de monitoreo.....   | 127 |
| VII.10.    | PROGRAMA DE COMPENSACI3N EN BENEFICIO DE LOS HUMEDALES .....   | 129 |
| VII.10.1.  | Antecedentes .....   | 129 |
| VII.10.2.  | Objetivos .....  | 130 |
| VII.10.3.  | Estrategias (medidas espec3ficas) .....  | 130 |
| VII.10.4.  | Acciones para garantizar el 3xito de la reforestaci3n con especies nativas y en 3reas de manglar. .... | 138 |
| VII.11.    | PROGRAMA DE CONSERVACI3N Y PROTECCI3N DE SUELOS .....  | 139 |
| VII.11.1.  | Objetivos .....  | 140 |
| VII.11.2.  | Impactos que ser3n atendidos por el programa .....   | 141 |
| VII.11.3.  | Estrategias (medidas espec3ficas) .....  | 141 |
| VII.11.4.  | Evaluaci3n y Seguimiento (Monitoreo) .....   | 145 |



---

|           |  |     |
|-----------|--|-----|
| VII.11.5. | Indicadores de cumplimiento del programa ..... | 146 |
| VII.11.6. | Informe de resultados.....                     | 147 |

---

## VII. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR).

### VII.1. INTRODUCCIÓN

En cumplimiento a lo establecido en el artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, que a la letra establece lo siguiente:

***“ARTICULO 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.”***

Bajo esta premisa, se asume el hecho de que, habiendo sido identificados los impactos ambientales en el capítulo V de este DTU, se deben definir las medidas que permitirán mitigarlos, prevenirlos, o compensarlos. Para ello se ha diseñado el Programa de Supervisión y Gestión Ambiental (PSGA), como un instrumento que, además de atender en conjunto las medidas requeridas para moderar, atenuar, minimizar o disminuir los impactos adversos derivados del proyecto, permitirá visualizar, con un enfoque integral, la atención de los efectos negativos al ambiente bajo objetivos particulares. Para lograr lo anterior, el programa se encuentra estructurado por un programa general y 7 programas ambientales, tal y como se muestra en la siguiente figura.



**Figura VII.1** Estructura del Programa de Supervisión y Gestión Ambiental (PSGA).

Como ya fue mencionado, y descrito en el Capítulo II de este DTU, el proyecto considera la construcción y operación de un hotel, así como la infraestructura asociada al mismo, con base a lo cual, en el Capítulo V, se identificaron, evaluaron y describieron los impactos ambientales del proyecto en el SANSAR y Área de Estudio, y en este capítulo VI se proponen las medidas para atenderlos (integradas en programas), resumiéndose, en la siguiente tabla, los impactos ambientales previstos, y cada uno de los programas propuestos que los atenderán:



Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B Regional del proyecto  
“Hotel Riviera Canc3n”

---



**Tabla VII. 1** Relaci3n de impactos ambientales y programas que los atender3n.

| Impactos ambientales  | Programas contemplados en el Sistema de Manejo y gesti3n Ambiental |  |  |   |   |   |   |   |  |
|---|--|--|--|---|---|---|---|---|--|
|   | Programa de Rescate y Reubicaci3n de Flora                         | Programa de Protecci3n y Conservaci3n de Fauna | Programa de Difusi3n y Educaci3n Ambiental | Programa de Manejo Integral de Residuos | Actividades de restauraci3n con motivo del cambio de uso de suelo | Programa de Monitoreo de Agua Subterr3nea | Programa de Conservaci3n y Protecci3n de Suelos | Programa de Control de Emisiones a la Atm3sfera | Programa de Compensaci3n en beneficio de los humedales   |
| P3rdida de cobertura vegetal incluyendo especies en riesgo    | X  |  | X  |   | X   |   |   |   | Este programa se incluye como medida de compensaci3n en beneficio de los humedales seg3n la NOM-022-SEMARNAT-2003, ajust3ndose al numeral 4.43 de la presente norma. |
| P3rdida de suelo por desmonte y despalme                      |  |  | X  |   | X   |   | X   |   |  |
| Contaminaci3n del suelo por el inadecuado manejo de residuos  |  |  | X  | X                                       |   |   | X   |   |  |
| Afectaci3n de geoformas y al afloramiento rocoso              |  |  | X  |   |   |   |   |   |  |
| Contaminaci3n del agua subterr3nea por mal manejo de residuos |  |  | X  | X                                       |   | X   |   |   |  |

Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B Regional del proyecto  
 "Hotel Riviera Canc3n"

| Impactos ambientales  | Programas contemplados en el Sistema de Manejo y Gesti3n Ambiental |  |  |   |   |   |   |   |  |
|---|--|--|--|---|---|---|---|---|--|
|   | Programa de Rescate y Reubicaci3n de Flora                         | Programa de Protecci3n y Conservaci3n de Fauna | Programa de Difusi3n y Educaci3n Ambiental | Programa de Manejo Integral de Residuos | Actividades de restauraci3n con motivo del cambio de uso de suelo | Programa de Monitoreo de Agua Subterr3nea | Programa de Conservaci3n y Protecci3n de Suelos | Programa de Control de Emisiones a la Atm3sfera | Programa de Compensaci3n en beneficio de los humedales |
| Modificaci3n del paisaje natural  |  |  |  |   |   |   |   |   |  |
| Contaminaci3n atmosf3rica por emisi3n de ruido, polvo y gases de combusti3n       |  |  | X  |   |   |   |   | X   |  |
| Desplazamiento de Individuos de especies de fauna (incluyendo especies en la NOM) |  | X  | X  |   | X   |   |   |   |  |
| Afectaci3n al h3bitat   | X  | X  | X  |   | X   |   | X   |   |  |
| Disminuci3n del agua subterr3nea por su extracci3n                                |  |  | X  |   |   | X   |   |   |  |

A continuación se describen los programas antes referidos, con las correspondientes medidas que los integran para mantener los impactos en niveles tales que no pongan en riesgo la integridad de los ecosistemas, hecho que deberá ser demostrado durante la vida útil del proyecto mediante las acciones de monitoreo de la eficacia ambiental de cada programa.

## **VII.2. PROGRAMA DE SUPERVISIÓN Y GESTIÓN AMBIENTAL**

El Programa de Supervisión y Gestión Ambiental tiene como objetivo primordial orientar y coordinar las acciones previstas para cumplir tanto con las medidas propuestas, de manera voluntaria, en el presente capítulo, como con las que establezca la autoridad en caso de autorizar el proyecto, a fin de proteger y conservar los ecosistemas involucrados. Por esta razón, el logro de las metas de todos los demás programas se verificará de manera sistemática a través del PSGA para confirmar su congruencia con el cumplimiento de los objetivos ambientales del proyecto.

Las metas principales del PSGA son las siguientes:

- A.** Verificar el cumplimiento de todas las obligaciones ambientales del proyecto en sus diversas etapas de desarrollo, incluyendo: a) los términos y condicionantes ambientales que la SEMARNAT imponga en caso de autorizar el proyecto, y b) la legislación y normatividad ambiental aplicable al mismo.
  
- B.** Verificar el cumplimiento de todas y cada una de las medidas de mitigación, prevención y/o compensación propuestas en el presente DTU, y que de manera

voluntaria se han dise1ado a fin de atenuar los posibles impactos ambientales adversos que pudieran generarse durante el desarrollo del proyecto.

- C. Integrar la informaci3n y las pruebas documentales necesarias para informar peri3dicamente a la Procuradur3a Federal de Protecci3n al Ambiente (PROFEPA) y la Secretar3a de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), sobre el cumplimiento de las obligaciones ambientales y el desempe1o ambiental del proyecto. Entregando copias de la informaci3n a las autoridades ambientales que la requieran.

Para el cumplimiento de las metas antes referidas se establecer3n las siguientes estrategias e indicadores:

- I. Supervisi3n y Vigilancia del correcto cumplimiento de las actividades del proyecto.
- II. Verificaci3n de la observancia de las obligaciones establecidas.
- III. Indicadores de cumplimiento del Programa.

### **VII.2.1. Supervisi3n y vigilancia de las obras y actividades del proyecto**

Para garantizar el cumplimiento de las obligaciones ambientales que establezca la SEMARNAT al proyecto durante sus etapas de preparaci3n del sitio, construcci3n, operaci3n, mantenimiento y abandono del sitio, en caso de autorizarlo, se asignar3 un responsable de la supervisi3n ambiental que estar3 encargado de coordinar, de manera sistem3tica, el cumplimiento de cada una de las acciones establecidas en los Programas ambientales aplicables a cada etapa. El responsable tambi3n tendr3, entre sus funciones, identificar en t3rminos verificables que no se est3n rebasando los impactos ambientales

---

---

previstos, y aplicar, en caso de ser necesario, medidas complementarias para reducirlos hasta donde sea posible.

### **VII.2.2. Verificaci3n de la observancia de las obligaciones establecidas**

En caso de ser autorizado el proyecto en materia de impacto ambiental, la promovente dar3 cumplimiento estricto de las obligaciones ambientales establecidas en la resoluci3n que emita la SEMARNAT, as3 como al cumplimiento de las medidas de mitigaci3n, prevenci3n y/o compensaci3n que, de manera voluntaria, propuso en este DTU.

### **VII.2.3. Indicadores de cumplimiento del Programa**

Con la finalidad de poder medir la eficiencia del presente programa, se establecen los siguientes indicadores:

- ✓ Reporte de las acciones cumplidas de acuerdo a lo establecido en la resoluci3n que, en su caso, emita la SEMARNAT.
- ✓ N3mero de reuniones de planificaci3n con los responsables de cada una de las etapas de proyecto. Lista de acuerdos y medidas concertadas.
- ✓ N3mero de inspecciones para la supervisi3n de las medidas ejecutadas durante cada una de las etapas del proyecto, as3 como de la verificaci3n del estado de salud ambiental de los ecosistemas en el 3rea del proyecto.
- ✓ Informes peri3dicos a las autoridades ambientales que lo requieran, o que as3 lo establezca la autorizaci3n que en su caso, emita la SEMARNAT.

- 
- ✓ Listas de chequeo de cumplimiento de obligaciones voluntarias por parte de los actores involucrados en las etapas e integraci3n de la documentaci3n oficial necesaria para comprobarlo.

### **VII.3. PROGRAMA DE DIFUSI3N Y EDUCACI3N AMBIENTAL**

La conservaci3n de los ecosistemas presentes en el predio del proyecto en evaluaci3n depende en gran parte del grado de sensibilizaci3n, competencia, y participaci3n de los actores involucrados. La inversi3n financiera y t3cnica no dar3 frutos, si es que no va acompa1ada de un enfoque claro en la din3mica social. Es aqu3 donde la educaci3n y la comunicaci3n cumplen un papel fundamental, por lo que el presente programa considera acciones de educaci3n y comunicaci3n, que constituyen los elementos de interacci3n con las estrategias incluidas dentro de este cap3tulo.

Usualmente, la falta de informaci3n, concientizaci3n y capacitaci3n sobre el valor ecol3gico de los ecosistemas, los bienes y servicios ambientales que proporcionan, y sus recursos naturales asociados, deriva en usos no apropiados que ocasionan desde un mal manejo hasta un da1o severo de los ecosistemas.

Con la finalidad de proteger los recursos naturales en el predio del proyecto, se propone la implementaci3n de un Programa de Difusi3n y Educaci3n Ambiental el cual ser3 ejecutable en todas las etapas del proyecto, y ser3 dirigido a los empleados, personal operativo y visitantes (turistas).

Una de las acciones contempladas dentro de este Programa de Difusi3n y Educaci3n Ambiental, ser3 la impartici3n de pl3ticas de concientizaci3n ambiental, para la protecci3n de flora y fauna, la prevenci3n de la contaminaci3n de suelos por generaci3n de residuos, el orden y limpieza en las 3reas de trabajo; y ser3 dirigido a todo el personal del proyecto.

### VII.3.1. Objetivos

Los objetivos principales considerados en este Programa son los siguientes:

- Generar materiales de informaci3n sobre el valor ecol3gico, social, econ3mico, y cultural de los ecosistemas y recursos naturales del 3rea del proyecto.
- Generar materiales de informaci3n sobre el manejo y uso sostenible de los recursos de alto valor ecol3gico.
- Prevenir problemas de contaminaci3n ambiental a los ecosistemas existentes.
- Capacitar al personal del proyecto sobre la aplicaci3n y cumplimiento de la normativa e instrumentos ambientales aplicables al mismo en sus diferentes etapas.
- Informar al personal sobre las obligaciones ambientales que adquieren al formar parte de la fuerza laboral del proyecto.
- Promover en el personal del proyecto una actitud responsable en el uso y manejo de los recursos naturales del sitio del proyecto.

### VII.3.2. Impactos que ser3n atendidos por el programa

- ✓ Contaminaci3n del agua subterr3nea por mal manejo de residuos l3quidos, s3lidos y peligrosos.
- ✓ Afectaci3n a especies de flora y fauna (incluyendo los individuos de especies en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**).
- ✓ Contaminaci3n atmosf3rica por emisi3n de ruido, polvo y gases de combusti3n.
- ✓ Disminuci3n de la disponibilidad de agua subterr3nea por su extracci3n.
- ✓ Contaminaci3n del suelo por mal manejo de residuos (s3lidos, l3quidos y peligrosos).

---

### **VII.3.3. Estrategias (medidas espec3ficas)**

Las estrategias previstas para alcanzar los objetivos planteados son los siguientes:

- A.** Dise1o y distribuci3n de material de informaci3n sobre el valor de los ecosistemas y recursos naturales del SAR, y la importancia de su protecci3n.
- B.** Dise1o e impartici3n de pl3ticas de concientizaci3n ambiental dirigido al personal del proyecto
- C.** Implantaci3n de se1alamientos prohibitivos y restrictivos en 3reas jardinadas del proyecto, para la protecci3n de la flora y fauna existente.

#### **Acciones de educaci3n y capacitaci3n ambiental**

- A. Dise1o e impartici3n de material de informaci3n sobre ecosistemas y recursos naturales del SAR*

Con respecto a la difusi3n de materiales de informaci3n, se elaborarn folletos dirigidos especialmente a los trabajadores y al personal que laborar3 en las diferentes etapas del proyecto, as3 como folletos dirigidos a los visitantes. Los materiales de informaci3n deber3n considerar por lo menos los siguientes aspectos:

- Dar a conocer el valor de los ecosistemas y recursos naturales del SAR.
- Acciones dirigidas al personal y a los visitantes para prevenir problemas de contaminaci3n ambiental.
- Uso racional de los recursos naturales, como el agua y la energ3a, para fomentar y concientizar al personal y a los usuarios acerca de la importancia de dichos recursos.
- Fomentar y concientizar al personal y a los usuarios de la importancia de minimizar la generaci3n de residuos.
- No cazar ninguna especie de fauna.



- Evitar acercarse a los animales silvestres.
- Evitar la colecta de especies de flora con valor ambiental

*B. Diseño e impartición de pláticas de concientización ambiental.*

Dentro de la impartición de pláticas de concientización ambiental se considerarán los siguientes aspectos:

- Será dirigido a todo el personal que laborará en cada una de las etapas del proyecto.
- Previo al inicio de cualquier obra o actividad relacionada al proyecto, se impartirán las pláticas acerca de las medidas de prevención, mitigación o en su caso de compensación correspondientes a cada etapa del proyecto.
- Se llevará un registro de la asistencia del personal.
- Se realizarán bitácoras de cada una de las pláticas, cuyo cumplimiento será verificado por el personal encargado del Programa de Supervisión y Gestión Ambiental.

El diseño de las pláticas serán relacionadas con los siguientes aspectos:

- a) Acciones de protección de flora y fauna existente en el predio del proyecto
- b) Procedimiento de clasificación y manejo de los diferentes tipos de residuos que se generen en cada una de las etapas del proyecto.
- c) Importancia del uso racional de los recursos existentes: agua y energía.
- d) Medidas de prevención, mitigación o compensación que correspondan a cada etapa del proyecto.

*C. Diseño y colocación de señalamientos*

**Actividad:** Previo a las etapas de preparación del sitio se colocarán señalamientos alusivos al manejo y disposición de los residuos sólidos, hidrocarburos, cuidado de la flora y fauna locales, así como evitar el fecalismo al aire libre. También se realizarán algunos indicativos

---

en los que se se1alen las 1reas aptas para el acopio de residuos de diferentes tipos, y la rotulaci3n de los botes para la colocaci3n de los residuos.

**Ubicaci3n de carteles:** Dependiendo de la informaci3n contenida en los carteles o cedula, 3stos se ubicar1n en los diferentes frentes de trabajo, caminos temporales, vialidades, 1reas jardinadas del proyecto, y en las 1reas de reforestaci3n, 3stas 3ltimas se encuentran expuestas en los Programas de Compensaci3n de Manglar y el Programa de Restauraci3n por Cambio de Uso de Suelo.

**Acciones:** Los se1alamientos deber1n tener un enfoque prohibitivo o preventivo, para la protecci3n de ecosistemas:

- ✓ No tirar basura
- ✓ No da1ar, ni molestar a la flora y fauna silvestre
- ✓ No lanzar desperdicios org1nicos a las especies
- ✓ Evitar alterar la calidad del agua de cuerpos cercanos al predio del proyecto, entre otros.

**Claves estrat3gicas de control de impactos ocasionados por los trabajadores.**

Lo establecido en los apartados anteriores aporta los elementos indispensables para minimizar impactos al proyecto; sin embargo, en lo referente a los trabajadores es necesario aplicar estrategias operativas y administrativas de control. A continuaci3n se enlistan algunas medidas y/o acciones al respecto:

**Vigilancia.** La presencia de personal de vigilancia permitir1 regular la supervisi3n de las actividades.

**Imposici3n de sanciones.** El personal del proyecto son los principales contactos de los trabajadores, a medida que 3stos 3ltimos realicen conductas indeseadas en torno al

---

cuidado del ambiente o a las disposiciones establecidas, deber3n establecerse sanciones. Es conveniente en el reglamento del proyecto establecer una tabla de sanciones donde se definan las faltas administrativas.

**Capacitaci3n de supervisores de obra.** Es importante mantener capacitaci3n constante a los supervisores de obra para proporcionar formaci3n ambiental b3sica que reduzca los impactos ambientales de los trabajadores.

#### **VII.3.4. Indicadores de cumplimiento del programa**

Para el cumplimiento de las metas se establecer3n estrategias e indicadores como a continuaci3n se citan:

- I. Para el caso de esta actividad relacionada con la educaci3n ambiental, se elaboraran cuestionarios y se les solicitar3, tanto al personal como a los visitantes, dar sus comentarios acerca de la informaci3n ambiental que fue recibida. El cuestionario estar3 en funci3n del conocimiento ambiental de la zona antes de la pl3tica y previo al ingreso al sitio del proyecto, y el conocimiento ambiental de la zona despu3s de la pl3tica y del ingreso al sitio del proyecto. Con la finalidad de fortalecer la informaci3n, se repartir3n carteles adicionales, as3 como tr3pticos, lo cual permitir3 reforzar m3s el conocimiento del sitio.
- II. N3mero y relaci3n de se3alizaciones colocadas.
- III. Relaci3n y copia de folletos elaborados para informar acerca de los ecosistemas de valor ecol3gico; as3 como obligaciones y buenas pr3cticas ambientales, en el marco del proyecto.
- IV. Relaci3n de pl3ticas y/o talleres impartidos en el marco del proyecto y de los asistentes.

### VII.3.5. Cronograma de actividades

La implantaci3n de se1alamientos se deber1 de llevar a cabo previo a la ejecuci3n de las obras. La impartici3n de las pl1ticas de concientizaci3n ambiental dirigido al personal del proyecto se llevar1 a cabo en cada una de las etapas del proyecto.

Con respecto al dise1o y distribuci3n de material sobre la protecci3n de los ecosistemas y recursos naturales de la regi3n, ser1n distribuidos durante la impartici3n de las pl1ticas de concientizaci3n ambiental.

Ya durante la etapa de operaci3n se distribuir1n folletos a los visitantes.

**Tabla VII. 2** Cronograma de actividades para el Programa de Difusi3n y Educaci3n Ambiental.

| Medidas  | Meses |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | Reporte Anual |  |
|--|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|---------------|--|
|  | 1     | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |               |  |
| Dise1o e impartici3n de material de informaci3n sobre ecosistemas y recursos naturales.          |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |               |  |
| Dise1o e impartici3n de pl1ticas de concientizaci3n ambiental dirigido al personal del proyecto. |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |               |  |
| Implantaci3n de se1alamientos prohibitivos o preventivos   |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |               |  |

---

## VII.4. PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACI3N DE FLORA

### Antecedentes

En el SAR y en el 3rea del proyecto se encuentran presentes los siguientes tipos de vegetaci3n:

- Asentamientos Humanos
- Zona urbana
- Vegetaci3n de manglar
- Vegetaci3n secundaria arbustiva de manglar
- Vegetaci3n secundaria arb3rea de Selva Mediana Subperennifolia
- Vegetaci3n de tular
- Vegetaci3n de matorral costero
- Cuerpos de agua

De estos tipos de vegetaci3n la que predomina en el 3rea del proyecto es vegetaci3n secundaria arb3rea de selva mediana subperennifolia (VSQ/SMQ) y en menor medida Vegetaci3n de matorral costero sobre el afloramiento rocoso.

El desarrollo del proyecto implica un cambio de uso del suelo de terrenos forestales, por lo que derivado de las actividades de preparaci3n del sitio y construcci3n se prev3n impactos ambientales sobre la flora, los cuales fueron identificados y descritos en el cap3tulo V del presente DTU.

Con la finalidad de atender los impactos ambientales previstos al componente flora, la promovente llevar3 a cabo una serie de medidas de prevenci3n, mitigaci3n y compensaci3n, las cuales se han incorporado en este Programa de Rescate y Reubicaci3n de Flora.

### **VII.4.1. Objetivos**

Realizar las mejores acciones para el rescate y la reubicaci3n de la flora susceptible de afectaci3n por el desarrollo del proyecto, y con ello poder prevenir, mitigar y/o compensar los impactos ambientales a dicho componente ambiental, lo cual permitir3 recuperar las interacciones y procesos ecol3gicos donde participa la vegetaci3n.

### **VII.4.2. Impactos que ser3n atendidos por el programa**

- P3rdida de cobertura vegetal incluyendo especies en riesgo
- Afectaci3n al h3bitat

### **VII.4.3. Estrategias (medidas espec3ficas)**

#### **Identificaci3n, selecci3n y marcaje de plantas a rescatarse**

Para poder determinar los individuos arb3reos que pudieran ser sujetos de rescate, previo al inicio de las actividades de desmonte se llevar3 a cabo una revisi3n exhaustiva sobre los 3rboles ubicados en la zona de afectaci3n, y se proceder3 a observar las condiciones en las que se encuentran, considerando las caracter3sticas propias de cada especie, as3 como su condici3n fitosanitaria, expectativas de vida, valor ecol3gico, tipo de suelo, fecha y nombre del colector.

En funci3n a la importancia ecol3gica de las especies presentes en el predio, as3 como de los tama3os de los individuos, de su abundancia y de las normas de protecci3n

---

establecidas para tal fin, se definieron los siguientes criterios para elegir a los individuos susceptibles a rescate:

- Especies enlistadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.
- Especies de distribuci3n local.
- Capacidad para resistir altos niveles de estr3s.
- Su valor de uso tradicional, es decir si la especie seleccionada tiene alg3n uso potencial como medicina tradicional, como cortina rompevientos, ornamental, sombra o para establecimiento de cercos vivos.
- Especies con capacidad de regeneraci3n de suelos.
- Especies cuya cobertura de copa sea frondosa para favorecer la captura de carbono y mejoramiento del paisaje esc3nico del lugar.
- Especies cuyo sistema radicular tenga la facilidad de retenci3n de suelos.
- Especies con alto valor de importancia en el ecosistema.

Con base en los criterios antes se3alados a continuaci3n se mencionan las especies potenciales de ser rescatadas:

**Tabla VII. 3** Especies seleccionadas para su rescate y reubicaci3n.

Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B Regional del proyecto  
"Hotel Riviera Canc3n"

| ID | Clase         | Familia <sup>1</sup> | Nombre cient3fico   | Nombre com3n      | FC <sup>2</sup> | TV <sup>3</sup>  | End <sup>4</sup> | EC <sup>5</sup> |      |       |
|----|---------------|----------------------|---|-------------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|------|-------|
|    |               |                      |   |                   |                 |                  |                  | NOM             | IUCN | CITES |
| 1  | Liliopsida    | Arecaceae            | <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830)           | Palma chit        | A, Ar, H        | VSA/SMQ, VMC, VM | -                | A               | -    | -     |
| 2  | Magnoliopsida | Sapotaceae           | <i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni (1942)                     | Kaniste           | A, Ar, H        | VSA/SMQ          | -                | -               | -    | -     |
| 3  | Magnoliopsida | Burseraceae          | <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg. (1890)                             | Palo mulato       | A               | VSA/SMQ, VM      | -                | -               | -    | -     |
| 4  | Magnoliopsida | Boraginaceae         | <i>Cordia sebestena</i> L. (1753)                                     | Ciricote de playa | A, Ar           | VSA/SMQ, VMC     | -                | -               | LC   | -     |
| 5  | Magnoliopsida | Myrtaceae            | <i>Eugenia axillaris</i> (Sw.) Willd. (1799)                          | snc               | A, Ar           | VSA/SMQ, VM      | -                | -               | -    | -     |
| 6  | Magnoliopsida | Anacardiaceae        | <i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb. (1908)                           | Chechem           | A               | VSA/SMQ, VM      | -                | -               | -    | -     |
| 7  | Magnoliopsida | Capparaceae          | <i>Capparis incana</i> Kunth (1821)                                   | Matagallina       | A, Ar           | VSA/SMQ, VMC, VM | -                | -               | -    | -     |
| 8  | Magnoliopsida | Schoepfiaceae        | <i>Schoepfia schreberi</i> J.F. Gmel. (1791)                          | Nanchecillo       | Ar              | VSA/SMQ          | -                | -               | -    | -     |
| 9  | Magnoliopsida | Fabaceae             | <i>Pithecellobium keyense</i> Britton (1928)                          | Ya'ax k'aax*      | A, Ar           | VSA/SMQ, VMC, VM | -                | -               | -    | -     |
| 10 | Magnoliopsida | Moraceae             | <i>Ficus maxima</i> Mill. (1768)                                      | Matapalo          | A               | VSA/SMQ, VM      | -                | -               | -    | -     |
| 11 | Magnoliopsida | Combretaceae         | <i>Terminalia catappa</i> L. (1767)                                   | Almendro          | A               | VSA/SMQ, VM      | -                | -               | -    | -     |
| 12 | Magnoliopsida | Lamiaceae            | <i>Vitex trifolia</i> L. (1753)                                       | 3rbol casto       | A, Ar           | VSA/SMQ, VMC     | -                | -               | -    | -     |
| 13 | Magnoliopsida | Muntingiaceae        | <i>Muntingia calabura</i> L. (1753)                                   | Capul3n           | A, Ar           | VSA/SMQ          | -                | -               | -    | -     |
| 14 | Magnoliopsida | Moraceae             | <i>Ficus ovalis</i> (Liebm.) Miq. (1867)                              | Matapalo          | A               | VSA/SMQ          | -                | -               | -    | -     |
| 15 | Magnoliopsida | Fabaceae             | <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit (1961)                     | Guaje             | A               | VSA/SMQ, VM      | -                | -               | -    | -     |
| 16 | Magnoliopsida | Polygonaceae         | <i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L. (1759)                               | Uvero de playa    | Ar              | VMC              | -                | -               | -    | -     |
| 17 | Liliopsida    | Asparagaceae         | <i>Agave angustifolia</i> Haw. (1812)                                 | Maguey            | H               | VMC              | -                | -               | -    | -     |
| 18 | Magnoliopsida | Boraginaceae         | <i>Tournefortia gnaphalodes</i> (L.) R. Br. ex Roem. & Schult. (1819) | Alhucema de costa | Ar              | VMC              | -                | -               | -    | -     |



Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B Regional del proyecto  
"Hotel Riviera Canc3n"

| ID | Clase         | Familia <sup>1</sup> | Nombre cient3fico   | Nombre com3n     | FC <sup>2</sup> | TV <sup>3</sup> | End <sup>4</sup> | EC <sup>5</sup> |      |       |
|----|---------------|----------------------|---|------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|------|-------|
|    |               |                      |   |                  |                 |                 |                  | NOM             | IUCN | CITES |
| 19 | Magnoliopsida | Asteraceae           | <i>Ambrosia hispida</i> Pursh (1813)                      | Margarita de mar | H               | VMC             | -                | -               | -    | -     |
| 20 | Magnoliopsida | Sapotaceae           | <i>Bumelia retusa</i> Balb. ex A. DC. (1844)              | Pico real        | A, Ar           | VMC, VM         | -                | -               | -    | -     |
| 21 | Magnoliopsida | Rubiaceae            | <i>Ernodea littoralis</i> Sw. (1788)                      | Ciricote blanco  | H               | VMC             | -                | -               | LC   | -     |
| 22 | Magnoliopsida | Surianaceae          | <i>Suriana maritima</i> L. (1753)                         | Tabaquillo       | Ar              | VMC             | -                | -               | -    | -     |
| 23 | Magnoliopsida | Fabaceae             | <i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg. (1891)               | Hab3n            | A               | VSA/SMQ, VM     | -                | -               | -    | -     |
| 24 | Liliopsida    | Arecaceae            | <i>Cocos nucifera</i> L. (1753)                           | Palma de coco    | A, Ar           | VSA/SMQ, VMC    | -                | -               | -    | -     |
| 25 | Magnoliopsida | Lamiaceae            | <i>Callicarpa acuminata</i> Kunth (1817)                  | Pukin            | Ar              | VSA/SMQ         | -                | -               | -    | -     |
| 26 | Magnoliopsida | Phytolaccaceae       | <i>Rivina humilis</i> L. (1753)                           | Coralillo        | H               | VSA/SMQ, VMC    | -                | -               | -    | -     |
| 27 | Magnoliopsida | Putranjivaceae       | <i>Drypetes lateriflora</i> (Sw.) Krug & Urb. (1892)      | snc              | A, Ar           | VSA/SMQ         | -                | -               | -    | -     |
| 28 | Magnoliopsida | Acanthaceae          | <i>Bravaisia berlandieriana</i> (Nees) T.F. Daniel (1988) | Juluub           | Ar              | VSA/SMQ, VM     | -                | -               | -    | -     |
| 29 | Liliopsida    | Amaryllidaceae       | <i>Hymenocallis littoralis</i> (Jacq.) Salisb. (1812)     | Lirio araña      | H               | VMC             | -                | -               | -    | -     |
| 30 | Magnoliopsida | Capparaceae          | <i>Capparis flexuosa</i> (L.) L. (1762)                   | Bokanche*        | Ar              | VSA/SMQ         | -                | -               | -    | -     |

**1. Familia:** De acuerdo con Missouri Botanical Garden (2015). **2. FC (Forma de crecimiento):** A, Arb3reo; Ar, Arbustivo; H, Herb3ceo. **3. TV (Tipo de Vegetaci3n):** VMC, Vegetaci3n de Matorral Costero; VSA/SMQ, Vegetaci3n Secundaria Arb3rea de Selva Mediana Subperennifolia. **4. End (Endemismo).** **5. EC: NOM (NOM-059-SEMARNAT-2010):** A, Amenazada; **IUCN** (Uni3n Internacional para la Conservaci3n de la Naturaleza): LC, Preocupaci3n Menor; **CITES** (Convenci3n Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora). \*Nombre com3n en maya.

Las actividades que se llevarán a cabo para el rescate y reubicación de las especies seleccionadas, serán las siguientes:

- ❖ Descripción de cada actividad para que la autoridad determine la viabilidad del programa.
- ❖ Identificar, previo a cualquier obra o actividad del proyecto, las especies susceptibles de rescate y trasplante conforme a los criterios antes señalados.
- ❖ Bitácoras de registro donde se asienten los datos principales de los ejemplares identificados y rescatados, como son: fecha, nombre científico y común de la especie, categoría de riesgo, sitios de donde fueron rescatados (georeferenciados) y orientación, condiciones del ejemplar, técnica o método de rescate.
- ❖ Una vez seleccionados los individuos se procederá a su rescate mediante la técnica más apropiada, procediendo a su resguardo temporal en un vivero o sitio destinado para tal fin en donde se les proporcionarán los cuidados y mantenimiento adecuados para su sobrevivencia.
- ❖ En cuanto se hayan evaluado las condiciones de los organismos y se hayan determinado los sitios propuestos para la reubicación, se procederá al trasplante asentando en la bitácora de registro los sitios de reubicación (georeferenciados), las condiciones del ejemplar y del área, y la técnica de trasplante.

#### **Técnicas propuestas para el rescate y reubicación**

En términos generales para la protección de las especies, las medidas que considera este programa estarán enfocadas a extraer y trasplantar, en un área predefinida, todos aquellos ejemplares susceptibles a rescate que se encuentren en las distintas áreas de intervención del proyecto.

A continuación se señalan las principales técnicas para cada una de las etapas del proceso de extracción y trasplante:

### **Delimitación del área de desmonte**

Previo al inicio de cualquier obra o actividad relacionada con el proyecto deberá delimitarse el área a desmontar, utilizando señalizaciones adecuadas y vistosas con el fin de no afectar áreas no consideradas para el desarrollo del proyecto.

El desmonte se limitará a las áreas del proyecto que así lo requieran, utilizando para ello solo maquinaria y equipo manual, quedando prohibido el uso de fuego y/o agroquímicos ya que ello deriva en una afectación mayor al ecosistema.

### **Técnicas de extracción de la vegetación susceptible a ser rescatada**

Para la extracción de ejemplares grandes se recomienda utilizar la técnica denominada “Extracción con cepellón”, la cual consiste en extraer los ejemplares con la mayor cantidad posible de suelo adherido a su sistema radical. Con ayuda de herramientas adecuadas primero se debe aflojar la tierra alrededor del cepellón. Como regla orientativa se recomienda que por cada centímetro de diámetro medido en la base del tronco se le deba dar 10 cm de diámetro al cepellón. Esto permitirá extraer raíces completas manteniendo las micorrizas asociadas que contribuyen a la mejor asimilación de los nutrientes y agua del suelo. Una vez realizada la extracción, las raíces se deben proteger con distintos materiales tales como malla gallinero, bolsas de plástico, o sacos de yute abrazando al cepellón. Conforme se vayan extrayendo los individuos, estos deberán ir colocándose en carretillas ubicadas bajo sombra; previendo que no sean cubiertos con bolsas de plástico, ya que esto ocasionaría la deshidratación de los ejemplares. Una vez en la carretilla, las plantas serán transportadas lo más pronto posible a los viveros temporales para su recuperación y posterior reubicación.

Para los individuos m3s peque1os se recomienda la t3cnica de "extracci3n completa con ra3z desnuda". Mediante este m3todo se extraer3 al ejemplar completo, evitando causar da1o a las plantas. Este m3todo se utilizar3 en ejemplares de tallas menores o hasta un m3ximo de 2.5 m de altura (dependiendo de su longevidad y grado de ramificaci3n).



Figura VII.2 Ejemplos de la extracci3n por cepell3n y cuidados durante el rescate.

### Rescate de prop3gulos

Se entiende por prop3gulo, toda aquella parte o individuo de cierta especie que tenga la capacidad de dar origen a otro nuevo, tales como pl3ntulas, semillas y esquejes o fragmentos.

#### a) Obtenci3n de esquejes o fragmentos reproductivos

Se seleccionarn ejemplares que presenten un buen estado sanitario, las estacas se deben cortar de tallos j3venes y de individuos que sean visiblemente sanos y vigorosos; la longitud de cada estaca deber3 ser de 20 a 30 cm de largo, con un grosor promedio de 5 cm.

Las estacas obtenidas ser3n trasladadas al vivero temporal, d3nde se dejar3n secar en un espacio bajo sombra y libre de humedad, de 2 a 3 d3as; antes de su siembra.

Esta t3cnica ser3 aplicable especialmente para la especie *Bursera simaruba*.

---

## b) Colecta de semillas

Previo recorrido por el sitio del proyecto, se identificar3n los individuos que se encuentran fructificando o produciendo semillas al momento de la ejecuci3n del proyecto; para que posteriormente se haga la recolecci3n del germoplasma; en los casos en que la altura del 3rbol no permita la actividad, se esperar3 a que el personal encargado del desmonte derriben el ejemplar, para llevar a cabo la recolecci3n.

Se elegir3n ejemplares sanos, cuyas semillas se depositar3n en bolsas separadas por especie, mismas que deber3n etiquetarse con los siguientes datos: fecha de colecta, n3mero de semillas contenidas y nombre com3n y/o cient3fico.

Las semillas se transportar3n al vivero temporal para su germinaci3n en condiciones de vivero y seg3n los requerimientos fisiol3gicos de cada especie.

Esta t3cnica ser3 aplicable para las especies ***Bursera simaruba***, ***Pouteria campechiana*** y ***Metopium brownei***.

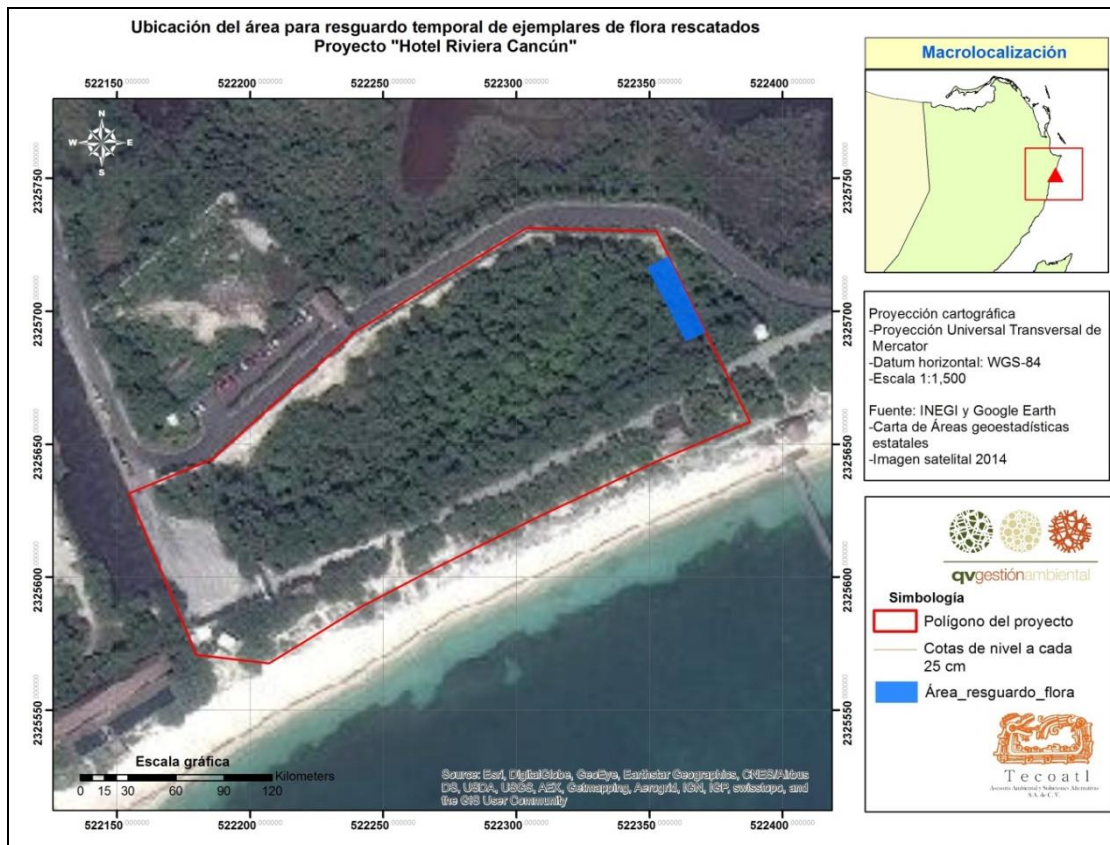
## Selecci3n y habilitaci3n del sitio de reubicaci3n temporal (vivero)

Previo al rescate de la vegetaci3n, ser3 necesario ubicar un sitio adecuado para la creaci3n de un vivero, el cual servir3 para resguardar a las plantas rescatadas y las semillas germinadas que as3 lo requieran, en un lugar donde puedan recuperarse del trasplante y mantenerse en buenas condiciones hasta el momento de colocarse en su lugar definitivo. Las plantas rescatadas se mantendr3n en el vivero hasta que culmine su periodo de adaptaci3n, momento en el cual una parte de ellas podr3 ser trasplantada en los sitios seleccionados previamente.

El vivero deber3 contar con las siguientes caracter3sticas:

- Presentar sitios con sombra de 50 a 75% as3 como espacios soleados.
- No ser un sitio inundable.
- Encontrarse cerca de un sitio donde se pueda acopiar tierra vegetal y otros insumos.
- Contar con un 3rea para mantener las herramientas y los insumos.
- Contar con un tinaco con capacidad suficiente de almacenamiento de agua, que ser3 llenado con agua por medio de pipas.

En la siguiente figura se muestra la ubicaci3n del vivero temporal, dentro del pol3gono del proyecto, el cual tendr3 una superficie de 400 m<sup>2</sup>, (ver la siguiente figura).



**Figura VII.3** Ubicaci3n del vivero temporal para ejemplares rescatados.

En el vivero los individuos pueden sembrarse en bolsas para vivero o en platabandas, seg3n las caracter3sticas de la planta. El tama1o de las bolsas var3a de acuerdo al tama1o de la planta y al tama1o esperado antes de estar en posibilidad de trasplantarlas nuevamente. Los ejemplares rescatados que se coloquen en plantabandas deber3n estar separados de tal manera como para permitir la revisi3n y limpieza de malezas entre ellos.

Cada plantabanda tendr3 individuos o bolsas con individuos de la misma especie o de especies con requerimientos similares de luz y humedad; los pasillos deber3n ser del ancho suficiente para permitir el paso de una carretilla o bien el paso de las personas para el mantenimiento. Las especies dentro del vivero se distribuir3n de acuerdo con sus requerimientos de luz y humedad. Las especies que requieren menos humedad deber3n regarse una vez por semana o cuando los dos cent3metros superficiales de la mezcla de tierra est3n secos. Las especies que requieren m3s riego deber3n regarse dos o tres veces por semana y nunca permitir que se seque la mezcla m3s all3 de 0.5 cm en su parte superficial.



**Figura VII.4** Ejemplo de un vivero para el resguardo de plantas y construcci3n de platabandas.

El trabajo de mantenimiento en el vivero consistir3 en embolsar y ordenar las plantas rescatadas, regarlas, aplicarles fitohormonas para promover el crecimiento de las ra3ces,

---



---

aplicarles fertilizante foliar para fortalecerlas, limpiar las bolsas de malezas que compiten por los nutrientes, podarlas, retirar los individuos muertos y vigilar su estado de salud en general.

### **Sitios de reubicación final**

Se contemplan dos sitios para la reubicación de especies de selva mediana subperennifolia:

- a) Las superficies destinadas para áreas jardinadas dentro del **polígono del proyecto**.
- b) Dentro del ANP “**Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté**” con condiciones similares de vegetación de selva mediana subperennifolia.

#### **a) Área de reubicación dentro del polígono del proyecto**

El polígono del proyecto contará con una superficie destinada a áreas jardinadas, en donde se contará con vegetación nativa y podrán reubicarse algunos ejemplares de las especies de flora que sean rescatadas. El porcentaje de la superficie destinada a las áreas jardinadas del proyecto será de 56.20 %.

La reubicación de la flora en las áreas jardinadas del proyecto, dará preferencia a las especies dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**: *Thrinax radiata* (palma chit), así como de otras especies con mayor relevancia ambiental.

En atención a lo dispuesto por el Artículo 123 Bis del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, se incluye un plano georreferenciado con el área propuesta para la reubicación de especies rescatadas (ver la siguiente figura).



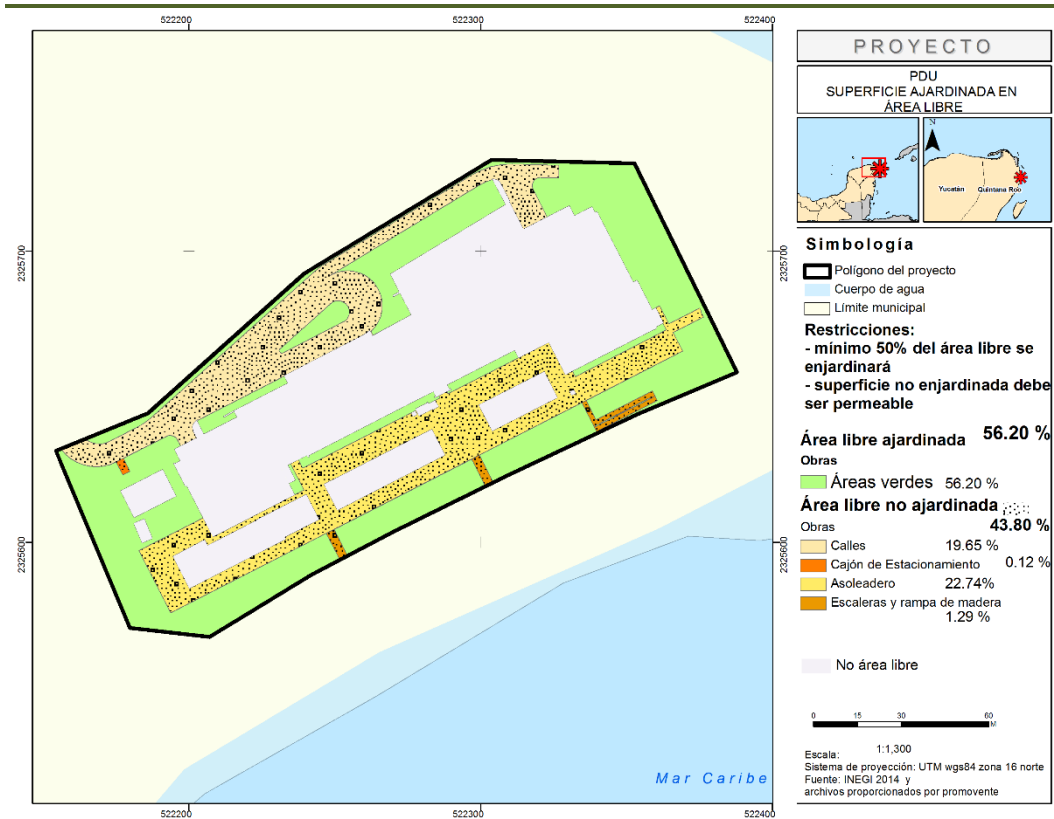


Figura VII.5 Ubicación de áreas para reubicación de ejemplares rescatados.

**b) Área de reubicación dentro del ANP “Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté”.**

Primeramente se llevarán a cabo las gestiones necesarias con las autoridades correspondientes para obtener los permisos correspondientes. Una vez obtenidos, se considerarán los siguientes criterios para seleccionar las áreas del ANP “Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté”, con potencial para la reubicación de los organismos:

- ❖ Buscar 3reas cuyas caracter3sticas sean semejantes a las del ecosistema de referencia para establecer el dise1o de la reubicaci3n (especies a utilizar, densidad y distribuci3n). En el sitio seleccionado se deber3 evaluar la flora presente usando m3todos de cuadrantes ecol3gicos para comunidades vegetales (Cox, 1981).
- ❖ Sitios que cubran los requerimientos de las especies.

Las especies sujetas a la reubicaci3n dentro del ANP, son las que se hab3an se1alado dentro de la tabla de especies de flora sujetas a rescate, siendo b3sicamente, las especies restantes que no puedan ser ubicadas dentro del predio del proyecto (ver la siguiente tabla):

**Tabla VII. 4** Especies sujetas a rescate

| <b>Nombre cient3fico</b>        | <b>Nombre com3n</b> |
|---------------------------------|---------------------|
| <i>Thrinax radiata</i>          | Palma chit          |
| <i>Pouteria campechiana</i>     | Kaniste             |
| <i>Bursera simaruba</i>         | Palo mulato         |
| <i>Cordia sebestena</i>         | Ciricote de playa   |
| <i>Eugenia axillaris</i>        | snc                 |
| <i>Metopium brownei</i>         | Chechem             |
| <i>Capparis incana</i>          | Matagallina         |
| <i>Schoepfia schreberi</i>      | Nanchecillo         |
| <i>Pithecellobium keyense</i>   | Ya'ax k'aax*        |
| <i>Ficus maxima</i>             | Matapalo            |
| <i>Terminalia catappa</i>       | Almendro            |
| <i>Vitex trifolia</i>           | 3rbol casto         |
| <i>Muntingia calabura</i>       | Capul3n             |
| <i>Ficus ovalis</i>             | Matapalo            |
| <i>Leucaena leucocephala</i>    | Guaje               |
| <i>Coccoloba uvifera</i>        | Uvero de playa      |
| <i>Agave angustifolia</i>       | Maguey              |
| <i>Tournefortia gnaphalodes</i> | Alhucema de costa   |
| <i>Ambrosia hispida</i>         | Margarita de mar    |
| <i>Bumelia retusa</i>           | Pico real           |
| <i>Ernodea littoralis</i>       | Ciricote blanco     |
| <i>Suriana maritima</i>         | Tabaquillo          |

| Nombre cient3fico               | Nombre com3n  |
|---------------------------------|---------------|
| <i>Piscidia piscipula</i>       | Hab3n         |
| <i>Cocos nucifera</i>           | Palma de coco |
| <i>Callicarpa acuminata</i>     | Pukin         |
| <i>Rivina humilis</i>           | Coralillo     |
| <i>Drypetes lateriflora</i>     | snc           |
| <i>Bravaisia berlandieriana</i> | Juluub        |
| <i>Hymenocallis littoralis</i>  | Lirio araña   |
| <i>Capparis flexuosa</i>        | Bokanche'*    |

## T3cnicas de reubicaci3n

### Apertura de cepas y colocaci3n de pl3ntulas

Consiste en excavar una cepa (la cepa es el hoyo donde se planta un 3rbol) en el suelo de dimensiones variables seg3n la calidad del terreno, enseguida se explica el procedimiento de apertura y colocaci3n de ejemplares seg3n CONAFOR (2010):

1. Previamente, se recomienda hacer una poda de ra3z si 3sta es necesaria, recortando las puntas para evitar que se doblen y crezcan hacia arriba o en forma circular. Si se poda la ra3z es necesario podar un poco el follaje lateral para compensar la p3rdida de ra3ces y evitar la deshidrataci3n de la planta en tanto se arraiga en el terreno.
2. Se quita el envase sin dañar la ra3z.
3. Antes de colocar el 3rbol en la cepa, se agrega la tierra superficial (m3s f3rtil) para que la planta tenga mejor disposici3n de nutrientes.
4. Despu3s de haber colocado la planta, se rellena con la tierra m3s profunda y se compacta la tierra de tal forma que no quede tan fuerte para permitir la aireaci3n y drenaje en el suelo.

5. Se recomienda apisonar ligeramente el suelo para que no queden espacios de aire en la cepa y evitar la deshidrataci3n de la ra3z de la planta, ya que desde su extracci3n del vivero hasta la plantaci3n est3 sujeta al estr3s f3sico por el traslado.

En el siguiente diagrama se muestra el sistema de apertura de la cepa y colocaci3n del ejemplar:

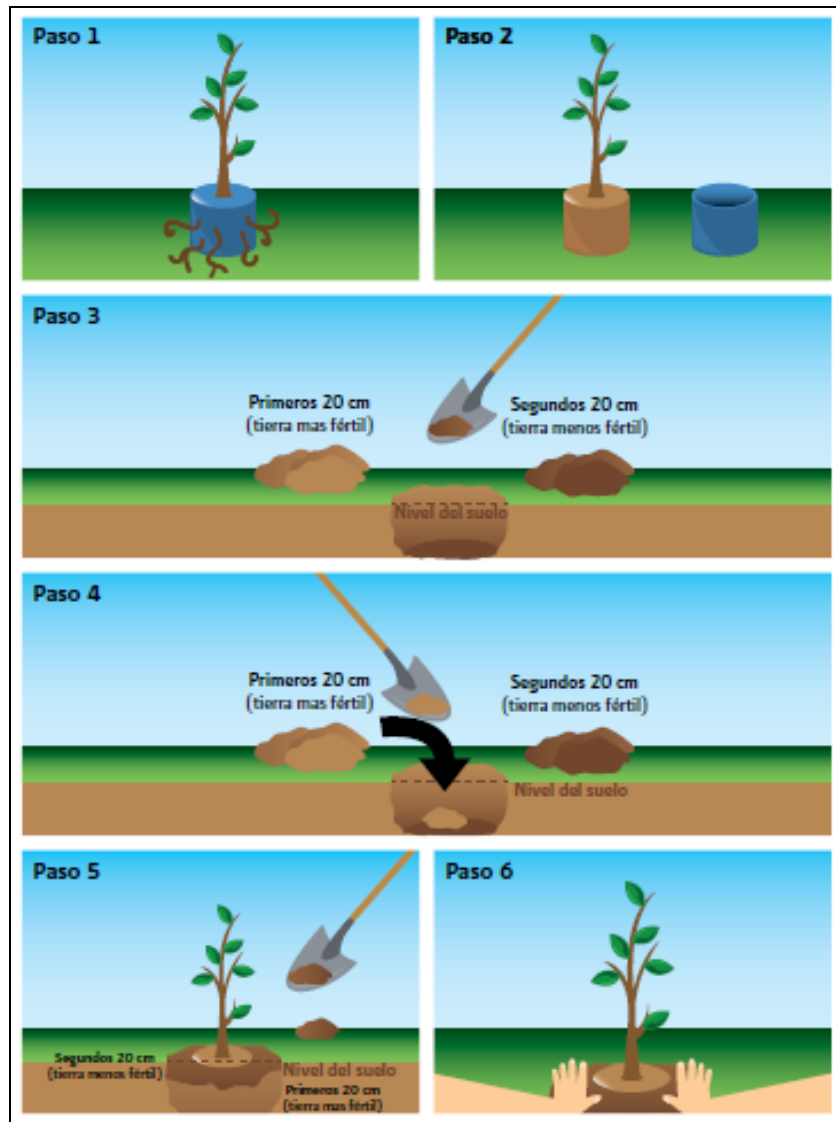


Figura VII.6 Sistema de cepa com3n (Fuente: CONAFOR, 2010).

---

### **Mantenimiento post-trasplante**

Para evitar el estr3s del trasplante, si el trasplante no se realiz3 en la 3poca de lluvias, es recomendable aplicar riego continuo despu3 de la plantaci3n durante los primeros 6 meses. 3ste deber3 ser durante la noche y penetrar al menos los primeros 30 cm de profundidad del suelo. Evitar riego con pipas y chorros a presi3n.

La aplicaci3n de nutrientes solubles en el agua que contengan N-P-K aumenta considerablemente la tasa de sobrevivencia de las plantas. Se deben aplicar dosis constantes durante las 3pocas de crecimiento, generalmente en la primavera y el verano, y nunca antes de 3 d3as despu3 de la plantaci3n.

Tambi3n es recomendable realizar deshierbe constante alrededor de los individuos trasplantados hasta que se garantice su establecimiento, ya que las malezas pueden interferir en su establecimiento y limitar su desarrollo. Se debe permitir el crecimiento de la vegetaci3n nativa (malezas) en zonas donde no haya individuos trasplantados, pues favorece la recuperaci3n y protecci3n del suelo, as3 como la infiltraci3n de la lluvia. En casos excepcionales en los que se requiera de suelo debido a la erosi3n en los sitios de trasplante, 3ste debe tomarse de sitios y zonas aleda3as teniendo cuidado de no alterar o da3ar estos sitios.

### **Monitoreo post-trasplante**

La evaluaci3n y monitoreo de los individuos rescatados se realizar3n tanto para los ejemplares ubicados en viveros temporales como para las especies que sean posteriormente trasplantadas. Para el caso de las especies enlistadas en la **NOM-059-**

---

**SEMARNAT-2010**, as3 como las especies de lento crecimiento y de manejo especial se sugiere que el monitoreo se haga cada mes hasta garantizar el 3xito en el establecimiento de las plantas.

Para el resto de las especies se recomienda que el primer monitoreo se realice a los 30 d3as, y posteriormente realizarlo cada tres meses al menos durante los primeros 12 meses despu3s de realizado el trasplante. Despu3s del a3o de trasplante, el monitoreo se puede espaciar a cada 6 meses.

Cada 3rea de trasplante tendr3 que ser identificada con estacas marcadas, georreferenciaci3n y, en caso de ser necesario, deber3n ser protegidas con cercas o mallas durante el tiempo de establecimiento de las plantas, con el fin de evitar perturbaciones que afecten su 3xito.

A excepci3n de las especies en NOM cuyo monitoreo ser3 mensual hasta asegurar su sobrevivencia, para el resto de las especies de flora el monitoreo ser3:

- ❖ Monitoreo 1 a los 30 d3as del trasplante.
- ❖ Monitoreo 2 a los 3 meses del trasplante.
- ❖ Monitoreo 3 a los 6 meses del trasplante.
- ❖ Monitoreo 4 a los 9 meses del trasplante.
- ❖ Monitoreo 5 a los 12 meses del trasplante.
- ❖ Monitoreo 6 a los 18 meses del trasplante.
- ❖ Monitoreo 7 a los 24 meses del trasplante.

Se deber3 registrar en una bit3cora cada una de las evaluaciones del monitoreo:

- ✓ N3mero de individuos trasplantados por especie.
- ✓ Tasa de sobrevivencia por especie.

- 
- ✓ Tasa de mortalidad por especie.
  - ✓ Posibles causas de mortalidad.
  - ✓ Coloraci3n de las hojas.
  - ✓ Estado fenol3gico.
  - ✓ Tasa de crecimiento de los individuos.
  - ✓ Indicadores de depredaci3n u otras enfermedades.

#### VII.4.4. Indicadores de cumplimiento del programa

La informaci3n que se genere durante el proceso de rescate y reubicaci3n es valiosa para validar o replantear el modelo del programa, por lo que se generar3 una base de datos de cada una de las fases del programa.

Para evaluar si se cumplen con los objetivos establecidos en el programa, es necesario dise1ar, evaluar y hacer operables indicadores de 3xito del trasplante y rescate. Los indicadores que se pueden utilizar para conocer el 3xito del trasplante y rescate son los siguientes:

- Superficie (ha).
- N3mero total de ejemplares plantados en la reubicaci3n.
- Sobrevivencia (%). Este indicador se expresa mediante evaluaci3n t3cnica, en base al porcentaje de ejemplares que subsistieron al trasplante y rescate (plantas reubicadas, plantas vivas, plantas muertas), y se obtiene de la siguiente manera:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^n ai}{\sum_{i=1}^n mi} \times 100$$

$\sum_{i=1}^n$  = Sumatoria de los datos de acuerdo a la variable  $a$  o  $m$

$p$  = proporci3n estimada de 3rboles vivos

$a_i$  = n3mero de plantas vivas en el sitio de muestreo  $a_i$

$m_i$  = n3mero de plantas vivas y muertas en el sitio de muestreo  $i$

### Acciones emergentes

En el siguiente cuadro se se3alan los problemas m3s frecuentes y posibles de encontrar, as3 como la aplicaci3n de las medidas correctivas:

**Tabla VII. 5** Acciones emergentes.

| Problem3tica                              | Medida de correcci3n  |
|---|---|
| Mortandad de planta                       | Reposici3n inmediata a trav3s de una replantaci3n   |
| Marchitamiento                            | Aplicaci3n de riegos<br>Compactaci3n del suelo previa revisi3n<br>En caso de ser necesario aplicaci3n de antiestresante             |
| Ca3da de hojas                            | Aplicaci3n de fertilizante foliar<br>Aplicaci3n de fertilizante al suelo<br>Aplicaci3n de riegos                                    |
| Resequedad del suelo                      | Aplicaci3n inmediata de riegos  |
| Defoliaci3n del follaje                   | Aplicaci3n de fertilizante foliar<br>En caso de la presencia de defoliadores se aplicara el insecticida adecuado seg3n el hospedero |
| Falta de crecimiento en di3metro y altura | Aplicaci3n de fertilizantes<br>Incremento en los riegos a aplicar   |
| Extracci3n de pl3ntulas por vandalismo    | Reposici3n inmediata de la planta<br>Colocaci3n de letreros informativos y preventivos  |



## VII.4.5. Cat3logo de conceptos de trabajo

### Requerimientos de personal, materiales y equipo

Durante el desarrollo de las actividades de rescate, reubicaci3n, monitoreo, resguardo temporal y propagaci3n de ejemplares se requerir3 de la siguiente mano de obra, materiales y equipo:

#### Personal

Se conformar3 una brigada, la cual estar3 integrada por un t3cnico y un Ingeniero forestal o af3n, con experiencia en manejo de plantas bajo condiciones de vivero, manejo de rescate de especies, aplicaci3n de cuidados a la flora silvestre, uso de productos org3nicos (fertilizantes, antiestresantes, fungicidas y plaguicidas), y realizaci3n de plantaciones.

#### Material y equipo

Durante las actividades propias del rescate de ejemplares de flora silvestre se utilizar3n los siguientes materiales y equipos:

**Tabla VII. 6** Material y equipo para actividades de rescate.

| Cantidad | Unidad    | Concepto                         |
|----------|-----------|----------------------------------|
| 2        | Pieza     | Palas rectas                     |
| 1        | Pieza     | Barretas                         |
| 1        | Equipo    | Equipo de jardiner3a             |
| 4        | Pieza     | Cajas de madera                  |
| 10       | Metros    | Tela hecha a base de ixtle       |
| 2        | Kilogramo | Hilo tipo cord3n a base de ixtle |
| 1        | Paquete   | Etiquetas de aluminio            |
| 5        | Kilogramo | Papel peri3dico o de estraza     |
| 1        | Pieza     | Tijeras cortas para jardiner3a   |

| Cantidad | Unidad    | Concepto                       |
|----------|-----------|--------------------------------|
| 1        | Pieza     | Navaja o cuchilla              |
| 1        | Pieza     | Machete                        |
| 1        | Kilogramo | Bolsas enceradas para semillas |
| 1        | Pieza     | Carretilla                     |
| 1        | Pieza     | Vernier                        |
| 1        | Pieza     | Bit3cora de obra               |

Para el caso del vivero, 3ste ser3 acondicionado con materiales de la regi3n y/o productos derivados de las actividades de desmonte (postes y tablas), se evitar3 el uso excesivo de pl3sticos y productos qu3micos. Para esta 3rea, adem3s de los materiales con que ya se contar3n para las actividades de rescate, se consideran adicionalmente los siguientes:

**Tabla VII. 7** Material y equipo para la implementaci3n de un vivero de resguardo temporal.

| Cantidad | Unidad     | Concepto  |
|----------|------------|---|
| 1        | Piezas     | Rastrillo Reforzado                             |
| 1        | Paquete    | Manguera X-hose 15mts                           |
| 5        | Kilogramo  | Clavos  |
| 2        | Piezas     | Martillos                                       |
| 1        | Piezas     | SERRUCHO  |
| 1        | Piezas     | Contenedor de agua con capacidad de 1000 litros |
| 20       | Metros     | Malla sombra                                    |
| 10       | Kilogramos | Bolsas para vivero diferentes tama3os           |

Para evitar que los ejemplares rescatados y resguardados temporalmente pasen por un estr3s de extracci3n excesivo se utilizar3n los siguientes productos:

**Tabla VII. 8** Insumos para mantenimiento y propagaci3n en el 3rea de resguardo temporal.

| Cantidad | Unidad    | Concepto                    |
|----------|-----------|-----------------------------|
| 1        | Bulto     | Agrolita                    |
| 1        | Bulto     | Bermiculita                 |
| 1        | Bulto     | Sustrato (peat moss)        |
| 2        | Kilogramo | Micorriza                   |
| 20       | Litros    | Soluci3n Nutritiva          |
| 1        | Bote      | Enraizador                  |
| 3        | Piezas    | Contenedores Biodegradables |

As3 mismo, adem3s del material anterior se consideran los siguientes materiales y equipo requeridos para las actividades de reubicaci3n de los ejemplares rescatados y/o propagados: cava hoyos, long3metro de 50 m, clis3metro de 50 m, GPS, Aparato A, Flex3metro.

#### VII.4.6. Cronograma de actividades

De las diferentes etapas de desarrollo del proyecto, la etapa m3s cr3tica para la vegetaci3n ser3 la de preparaci3n del sitio, debido a las actividades de desmonte y despalme. Se estima que el tiempo necesario que se requiere para el desmonte y despalme ser3 de dos a3os, debido a que estar3 en funci3n de los avances de la obra, as3 como de los requerimientos y traslape de actividades del proyecto dentro de los primeros 2 a3os del proceso constructivo.

En la siguiente Tabla se muestra el cronograma de actividades que considera el rescate, reubicaci3n y trasplante de los individuos de flora.

**Tabla VII. 9** Cronograma de actividades de remoci3n de cobertura vegetal.

Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B Regional del proyecto  
 "Hotel Riviera Canc3n"

| Actividades del proyecto  | Meses        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Año posterior |
|---|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---------------|
|   | 1            | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |               |
| Deslinde y medici3n de 3reas  |              |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |               |
| Identificaci3n de las especies susceptibles de rescate                              |              |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |               |
| Ejecuci3n de rescate de flora silvestre   |              |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |               |
| Desmonte  |              |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |               |
| Despalme  |              |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |               |
| Resguardo temporal de especies en viveros   |              |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |               |
| Reubicaci3n de ejemplares   |              |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |               |
| Mantenimiento de ejemplares reubicados  |              |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |               |
| Monitoreo y Evaluaci3n  |              |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |               |
| <b>Acciones de protecci3n de la vegetaci3n</b>                                      | <b>Meses</b> |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |               |
| Delimitaci3n de los pol3gonos de CUSTF  |              |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |               |
| Colocaci3n de letreros informativos y preventivos                                   |              |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |               |
| Restricci3n del paso a las 3reas con vegetaci3n del pol3gono de protecci3n          |              |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |               |
| Prohibici3n de la disposici3n de materiales o residuos en el pol3gono de protecci3n |              |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |               |

## **VII.5. PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACI3N DE FAUNA**

Derivado de los impactos ambientales previstos por el proyecto al componente fauna, se llevar3n a cabo actividades tendientes al rescate y reubicaci3n de fauna, las cu3les se han integrado en el presente programa.

### **VII.5.1. Objetivos**

Realizar las mejores acciones para el rescate y la reubicaci3n de la fauna afectada por el proyecto, y con ello poder prevenir, mitigar y/o compensar los impactos ambientales previstos por su desarrollo, para recuperar las interacciones y procesos ecol3gicos donde las especies est3n relacionadas entre s3 con el medio abi3tico.

### **VII.5.2. Impactos que ser3n atendidos por el programa**

- Desplazamiento de Individuos de especies de fauna (incluyendo especies en la NOM)
- Afectaci3n al h3bitat

### **VII.5.3. Estrategias (medidas espec3ficas)**

#### **Estrategias de selecci3n**

Los resultados de los muestreos realizados en el pol3gono del proyecto, mostraron la presencia de especies de la clase Reptilia, Mammalia, s y Aves.

Los criterios para elegir las especies prioritarias para su reubicaci3n son los siguientes:

- A. Aquellas que se encuentran protegidas por la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, las Nativas y las End3micas.
- B. Especies de lento desplazamiento.
- C. Aquellas especies que funjan como especies paraguas que permitan el crecimiento de muchas m3s especies.
- D. Especies que habiten dentro de madrigueras o nidos.

Con base, en las especies presentes en el predio del proyecto, y considerando los criterios de selecci3n, se gener3 el siguiente listado con las especies potenciales de rescate (ver la siguiente tabla).

**Tabla VII. 10** Criterios establecidos para el rescate de especies.

| CLASE     | ESPECIE   | Criterios |   |   |
|-----------|---|-----------|---|---|
|           |   | A         | B | C |
| REPTILES  | <i>Anolis rodriguezii</i>                                   | -         | X | - |
|           | <i>Anolis sagrei</i>  | -         | X | - |
|           | <i>Hemidactylus frenatus</i>                                | -         | X | - |
|           | <i>Basiliscus vittatus</i>                                  | -         | X | - |
|           | <i>Leptophis mexicanus</i>                                  | X         | X | - |
|           | <i>Ctenosaura similis</i> (Wiegmann, 1834)                  | X         | X | - |
|           | <i>Senticolis triaspis</i> (Cope, 1866)                     |           | X | - |
| MAMIFEROS | <i>Peromyscus yucatanicus</i> ( J.A. Allen & Chapman, 1897) | -         | - | - |
|           | <i>Cuniculus paca</i> (Linnaeus, 1766)                      | -         | - | - |
|           | <i>Rhogeessa aeneus</i> (Goodwin, 1958)                     | X         | - | - |
| AVES      | <i>Cathartes aura</i> (Linnaeus, 1758)                      | -         | - | - |
|           | <i>Pandion haliaetus</i> * (Savigny, 1809)                  | -         | - | - |
|           | <i>Icterus cucullatus</i> (Swainson, 1827)                  | -         | - | - |
|           | <i>Cyanocorax yucatanicus</i> (Dubois, 1875)                | -         | - | - |
|           | <i>Myiarchus tyrannulus</i> (Statius M3ller, 1776)          | -         | - | - |
|           | <i>Mimus gilvus</i> (Vieillot, 1808)                        | -         | - | - |
|           | <i>Piranga rubra</i> (Linnaeus, 1758)                       | -         | - | - |
|           | <i>Dendroica magnolia</i> (Wilson, 1811)                    | -         | - | - |
|           | <i>Parkesia motacilla</i> (Vieillot, 1809)                  | -         | - | - |
|           | <i>Parkesia noveboracensis</i> (Gmelin, 1789)               | -         | - | - |

|  |  |   |   |   |
|--|--|---|---|---|
|  | <i>Vireo flavoviridis</i> (Cassin, 1851)         | - | - | - |
|  | <i>Oporornis philadelphia</i> (Wilson, 1810)     | - | - | - |
|  | <i>Catharus ustulatus</i> (Nuttall, 1840)        | - | - | - |
|  | <i>Fregata magnificens</i> (Mathews, 1914)       | - | - | - |
|  | <i>Pelecanus occidentalis</i> * (Linnaeus, 1766) | - | - | - |
|  | <i>Zenaida macroura</i> * (Linnaeus, 1758)       | - | - | - |
|  | <i>Charadrius melodus</i> * (Ord, 1824)          | - | - | - |

A: Especies dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, B: Especies de lento desplazamiento, C: Especies paraguas.

### T3cnicas propuestas para el rescate y reubicaci3n

Los planes de rescate son una buena alternativa para el manejo de la fauna en situaciones de afectaci3n. Sin embargo, dadas las caracter3sticas del sitio en primer t3rmino se proponen acciones alternativas a modo de inducir la migraci3n espont3nea de los individuos de especies afectados hacia 3reas vecinas que no ser3n alteradas, esta t3cnica s3lo aplica para aqu3llas especies de r3pido desplazamiento y que no habitan dentro de madrigueras o nidos.

Con la finalidad de reducir el estr3s de captura y la mortandad de animales se proceder3 a su reubicaci3n lo m3s pronto posible despu3s de realizado el rescate. Las acciones propuestas en este apartado deber3n realizarse antes de la preparaci3n del terreno as3 como durante todas las etapas de construcci3n del mismo, previo al ingreso de la maquinaria en los sitios de trabajo.

### Metodolog3a para el rescate de especies de fauna

Considerando la fauna presente en el 3rea de afectaci3n del proyecto y que ser3 susceptible de rescate y reubicaci3n, las metodolog3as aplicables son las siguientes:

## **1. Delimitaci3n del 3rea**

Para garantizar que no existir3 perturbaci3n a los grupos de fauna durante el desarrollo del proyecto, es importante que dentro de los trabajos preliminares y como actividad n3mero uno se delimite f3sicamente el pol3gono sujeto a afectaci3n, colocando se3alamientos que proh3ban estrictamente el deterioro de una superficie mayor, tanto de parte de los trabajadores de la obra como del personal encargado de la operaci3n del proyecto.

## **2. Acciones de ahuyentamiento**

La primera medida que ser3 adoptada con relaci3n a la fauna en el predio del proyecto ser3 su "ahuyentamiento". El ahuyentamiento es una medida muy satisfactoria en comparaci3n con un procedimiento de captura, registro y liberaci3n posterior de ejemplares, que somete a los individuos a un elevado nivel de estr3s, lo cual constituye un efecto indeseable trat3ndose de especies silvestres, pues se compromete su supervivencia.

El ahuyentamiento de fauna mediante sonidos (sirenas, palos, etc.) realizada minutos antes del ingreso de la maquinaria a las zonas de despalme, ayudar3 a que los individuos de especies de r3pido desplazamiento se puedan refugiar en zonas aleda3as conservadas. Las especies que sean de lento desplazamiento, est3n en etapas reproductivas (nidos), se encuentren refugiadas en sus madrigueras o se encuentren enlistadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, y sean encontradas en el predio durante la preparaci3n del terreno, estar3n sujetas a las actividades de rescate que se detallan a continuaci3n.



---

### **3. Ubicaci3n y captura de individuos sujetos a rescate**

Previo al inicio de cualquier actividad se realizar3n recorridos para ubicar a los individuos de especies de fauna que permanezcan en el sitio, a3n despu3s de las actividades de ahuyentamiento. Durante esta actividad se anotar3n las caracter3sticas del entorno del h3bitat de los individuos localizados, tales como refugios, perchas, madrigueras, n3mero de individuos, cr3as, huevos, ubicaci3n georreferenciada del sitio, asociaci3n vegetal, tipo de suelo, etc., se considerar3 el mayor n3mero de elementos f3sicos y ecol3gicos que nos permitan una mejor toma de decisiones para su reubicaci3n, si el caso fuera necesario, quedando todo bien documentado en su bit3cora de campo.

Para los diferentes grupos se tiene lo siguiente:

#### *Mam3feros*

La mayor3a de los mam3feros presentes en el 3rea del proyecto (ver tabla anterior), por su f3cil movilidad migrar3n hacia zonas lim3trofes con las 3reas a desmontar. La estrategia de protecci3n ser3 que se concientice al personal para evitar que sean cazados o molestados. En el caso del rat3n yucateco, dado que habita en madrigueras, se realizar3, previo el inicio de cualquier obra o actividad, nuevamente un registro de las madrigueras y nidos existentes, con la finalidad de contar con un registro actualizado, y tener la certeza de cuantos organismos ser3n rescatados.

La captura de mam3feros peque3os se realizar3 por medio de trampas Sherman que ser3n colocadas cerca de madrigueras y fuentes de agua.



**Figura VII.7** Trampa tipo Sherman.

Los procedimientos para rescatar y reubicar especies de mam3feros de talla peque1a y mediana se describen a continuaci3n:

- a) Para las capturas se emplear3n t3cnicas y m3todos que eviten lastimar y estresar a los individuos que potencialmente se encuentren en el sitio.
- b) Se colocaran trampas en sitios estrat3gicos cerca de las madrigueras y veredas de paso de animales que se identifiquen en el interior del predio del proyecto o cerca de cuerpos de agua, si es que existen dentro del predio. El tipo de se1uelos o cebos se sugiere que sean de carne de res, pollo o granos. Tambi3n es posible utilizar esencias y perfumes que atraigan a los individuos.
- c) Una vez extra3dos o ahuyentados los animales de sus madrigueras, 3stas ser3n cerradas, para evitar que los individuos que habitan en ellas regresen o sean utilizadas por otros, con el fin de evitar que puedan ser lastimados durante las distintas etapas del proyecto.
- d) Las especies de mam3feros rescatados se determinaran con ayuda de gu3as taxon3micas y de campo.
- e) Se tomar3n los datos y evidencias de los rescates realizados en una bit3cora con ayuda de material y/o equipo como hojas de registro, c3mara fotogr3fica y GPS.

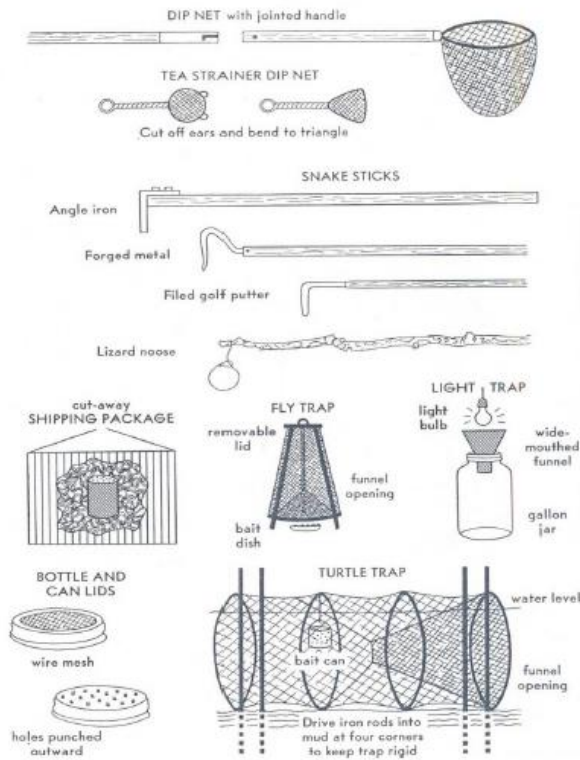
### *Rescate en madrigueras*

- a. Se inspeccionarán sitios potenciales de madrigueras para verificar que no se encuentren individuos en su interior. En caso contrario se procederá al rescate y el cierre de la madriguera para evitar que los ejemplares regresen y puedan ser afectados por las obras.
- b. Al encontrarse individuos o madrigueras durante la limpieza del terreno o durante el desmonte y despalme, se procederá al rescate de los organismos, teniendo cuidado durante la manipulación de las diferentes especies, empleando guantes de cuero para evitar lastimarlo o que pueda morder, especialmente con mamíferos pequeños.

### *Reptiles*

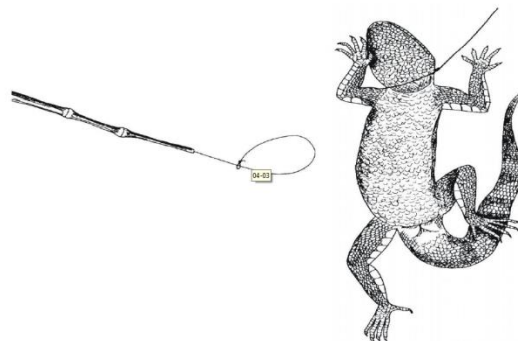
Previo el inicio de cualquier obra o actividad del proyecto se realizarán recorridos por las áreas de trabajo revisando troncos de árboles huecos y hendiduras, tocones, bajo troncos caídos o piedras, entre la hojarasca, plantas epífitas, grietas, charcas temporales y permanentes, que constituyen los microhábitat potenciales de los reptiles, con la finalidad de corroborar la presencia de reptiles.

Muchas especies de reptiles y anfibios pueden atraparse manualmente en los lugares donde se esconden, por ejemplo, debajo de rocas o troncos. Sin embargo, siempre hay que usar guantes de cuero y el material adecuado para evitar mordeduras o reacciones alérgicas, en particular cuando hay especies venenosas (ver la siguiente figura).



**Figura VII.8** Instrumentos y trampas para captura de reptiles y anfibios.

La captura de las lagartijas y camaleones se realiza con una lanzada de cuerda delgada sujeta al extremo de una vara o caña de pescar (ver la siguiente figura). Una vez capturados los ejemplares, se pueden ir colocando en bolsas de tela separadas para su pr3xima liberaci3n.



**Figura VII.9** Lazo montado en una vara o caña de pescar y lagartija lazada por el cuello.

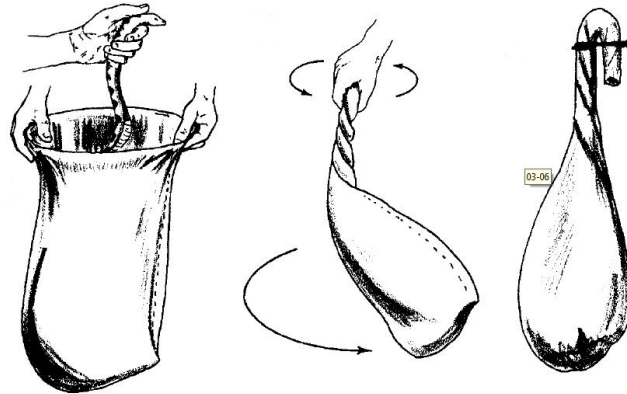
La captura de serpientes requiere de un procedimiento que logre inmovilizar la cabeza del ejemplar mediante un gancho herpetol3gico.



**Figura VII.10** Ganchos herpetol3gicos utilizados para el transporte y contenci3n de serpientes peque1as y medianas, respectivamente.

Con un bast3n herpetol3gico, la cabeza de la serpiente se debe sujetar al suelo en un lugar firme. Luego, la parte posterior de la cabeza se toma con los dedos pulgares y medio, al mismo tiempo colocando el dedo 3ndice en la parte superior. Con la otra mano se debe sujetar el cuerpo.

La serpiente se deposita en una bolsa de tela primero introduciendo primero la parte posterior. Luego, la bolsa se tuerce, se dobla y amarra al extremo. La bolsa se debe transportar alejada del cuerpo (ver la siguiente figura).



**Figura VII.11** Manipulaci3n y embolsado de serpiente.

En el caso de encontrarse serpientes grandes y particularmente los vip3ridos se requiere un aparato de contenci3n, que consiste en una correa que se desliza dentro de dos sujeciones y unas pinzas de presi3n s3lidas que se fijan por detr3s de la cabeza de la serpiente y en este momento, manteni3ndose siempre a una buena distancia de la cabeza de la serpiente, se tira de la correa, apret3ndola, evitando presionar demasiado para no herir al animal, pero oprimiendo sin embargo, lo suficiente para mantenerlo correctamente, puesto que el menor error puede herir o matar al organismo, como se muestra en la siguiente figura.



**Figura VII.12** Aparato de contenci3n utilizado para la captura de serpientes y vip3ridos.

### *Aves*

Para los avistamientos de aves se utilizar3n binoculares con aumento de 10 x 50; mientras que para la captura, se emplear3n redes ornitol3gicas de 9 y 12 metros, as3 como redes de niebla, tanto en la tarde como en la ma1ana.

Las aves son organismos con una gran movilidad, por lo que estos organismos se desplazarn de manera inmediata en cuanto comience la etapa de ejecuci3n del proyecto y el derribo de la vegetaci3n.

Todas las especies capturadas ser3n colocadas en cajas transportadoras, acondicion3ndolas con algunas ramas peque1as como percheros para que las especies se salvaguarden en las mejores condiciones para su posterior liberaci3n.

Antes de reubicar a las aves rescatadas se realizar3 la clasificaci3n taxon3mica de la especie con ayuda de gu3as de campo y trabajos realizados para este grupo de vertebrados, adem3s de efectuar el registro fotogr3fico.

#### *Rescate en nidos*

- a. De encontrarse nidos, 3stos se rescatarn y se ubicarn en lugares estrat3gicos con h3bitats similares. En caso de que se encuentren ocupados con huevos y/o polluelos, se capturarn para reubicarlos en un sitio aleda1o fuera del 3rea de obras.
- b. Los nidos que se encuentren en estratos altos, medios y al ras de suelo dentro del predio del proyecto y que deban ser reubicados, se buscar3 en la medida de lo posible que sean colocados en la misma posici3n y altura en la que se encontraban.

- c. Cuando los nidos contengan polluelos, cuando sea posible, se capturar3 a los progenitores junto con el nido, con la finalidad de que al remover el nido y colocarlo en otro sitio no sea abandonado por los padres.
- d. En el caso de polluelos con plumas que est3n pr3ximos a volar, se colocaran en jaulas y se les proporcionaran los cuidados necesarios para que sobrevivan, liber3ndolos a la brevedad cuando sean independientes.
- e. En todos los casos se registrar3n los datos en una libreta de campo, se tomar3n fotograf3as de evidencia y se efectuar3 su determinaci3n taxon3mica con ayuda de gu3as de campo.

#### **4. Liberaci3n de especies**

El procedimiento para la liberaci3n de las especies rescatadas ser3 el siguiente:

- Los sitios potenciales de liberaci3n deber3n establecerse previamente a las acciones de rescate con funci3n a las caracter3sticas ecol3gicas del h3bitat de cada especie.
- La liberaci3n de los ejemplares rescatados se realizar3 el mismo d3a de su captura, con excepci3n de los polluelos o cr3as de mam3feros peque1os que ser3n resguardados hasta su liberaci3n.
- Se deber3 garantizar un clima apropiado al menos una semana antes de la liberaci3n.
- Las liberaciones se recomiendan hacer durante la ma1ana antes de las 10 am con el fin de que los individuos cuenten con suficiente luz para adaptarse a las nuevas condiciones ambientales.



---

## 5. Sitios potenciales de reubicación de especies de fauna

Los puntos donde se realizará la liberación y reubicación de los organismos deberán cumplir con las condiciones mínimas necesarias que aseguren su supervivencia y se determinarán directamente en campo, después de hacer un reconocimiento minucioso de los sitios propuestos. Estos serán caracterizados en función del tipo de hábitat que ofrecen para poder asignar cada uno de los organismos rescatados al hábitat correspondiente, asimismo deberán contener las condiciones ambientales similares a las del lugar o sitio de rescate. Los puntos de reubicación identificados y clasificados por tipo de hábitat serán señalados y georreferenciados en un plano para facilitar el seguimiento al éxito del rescate y serán consideradas como zonas de protección.

### *Criterios considerados para establecer los sitios de reubicación:*

- Deberán de ser zonas conservadas, que estén alejadas del proyecto u otras actividades antropogénicas que pudieran representar un riesgo para la fauna a liberar en el corto o mediano plazo.
- En caso de que la especie presente hábitos especialistas, es decir, que esté estrictamente asociada a un tipo de microhábitat, entonces no podrán hacerse liberaciones en zonas que no presenten las mismas características, por ejemplo: presencia de cuerpos de agua, vegetación acuática, humedales, cuevas, etc.
- La distancia recomendada para establecer un sitio de reubicación no debe de ser mayor a 10 km de distancia con respecto al sitio de rescate, y el tiempo de traslado debe ser menor de una hora.
- Los sitios de reubicación deben de estar alejados de zonas con presencia humana (casas, ranchos, localidades, comunidades y poblaciones).
- Una alternativa para las liberaciones, principalmente de las especies enlistadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, son las zonas o reservas que cuenten con algún

estatus de protecci3n, ya sean de tipos privadas, estatales o federales. Para ello es indispensable contar con las autorizaciones de las personas o autoridades encargadas de su manejo.

Considerando lo anterior, y conforme a las condiciones actuales que presenta el sitio del proyecto, se estima que los sitios potenciales para reubicar las especies es dentro de las 3reas de vegetaci3n de selva mediana subperennifolia del ANP "3rea de Protecci3n de Flora y Fauna Manglares de Nichupt3", primeramente porque existen parches de vegetaci3n con condiciones similares a las registradas en el 3rea del proyecto, y porque es un 3rea destinada a la conservaci3n. Para ello se realizar3n las gestiones necesarias con las autoridades correspondientes.

## 6. *Registro de fauna reubicada*

Como ya fue indicado, a todos los individuos capturados y reubicados se les deber3 de tomar datos taxon3micos, morfom3tricos, fotograf3as, coordenadas de captura y liberaci3n, as3 como informaci3n de las condiciones del h3bitat, esto se especifica en el siguiente formato de registro:

**Tabla VII. 11** Formato de registro para la captura y reubicaci3n de especies de fauna.

| BIT3CORA DE MANEJO DE FAUNA SILVESTRE |              |                 |                                  |   |                             |                      |     |               |
|---------------------------------------|--------------|-----------------|----------------------------------|---|-----------------------------|----------------------|-----|---------------|
| RESPONSABLE:                          |              |                 | Fecha de actividades de captura: |   |                             | D3a                  | Mes | A3o           |
| Especie                               | Nombre com3n | Hora de captura | Lugar de captura                 |   | Hora y fecha de reubicaci3n | Lugar de reubicaci3n |     | Observaciones |
|                                       |              |                 | x                                | y |                             | X                    | Y   |               |
|                                       |              |                 |                                  |   |                             |                      |     |               |
|                                       |              |                 |                                  |   |                             |                      |     |               |

#### **VII.5.4. Indicadores de cumplimiento del programa**

Ser3 necesario establecer un protocolo de monitoreo de las medidas implementadas en este programa, as3 como de la eficiencia en la protecci3n de las especies de fauna a las que est3 dirigida.

Para evaluar si se cumple con los objetivos planteados en este programa es necesario dise1ar, evaluar y hacer operables indicadores de 3xito para el programa, tales como los siguientes:

##### ***Indicadores de desempe1o y evaluaci3n***

Para el seguimiento del rescate y reubicaci3n de la fauna, se utilizar3n dos indicadores de 3xito: *realizaci3n y seguimiento*.

El indicador de *realizaci3n* cuantifica el n3mero de rescates de fauna completados con respecto a los grupos faun3sticos y a las distintas etapas de la obra.

El indicador de *seguimiento* eval3a la eficiencia de las t3cnicas de rescate, en cuanto a la supervivencia de los individuos, a las acciones de manejo y manipulaci3n de los animales.

Entre las distintas medidas de la efectividad se encuentran:

- N3mero de ejemplares rescatados (por especie).
- Proporci3n de ejemplares capturados en relaci3n al total de ejemplares observados o densidades estimadas por especie.

- 
- 3rea cubierta por el rescate y su relaci3n con la superficie total del proyecto.
  - N3mero de capturas en d3as sucesivos. A partir del rescate en d3as consecutivos se determina el n3mero acumulado de capturas. Posteriormente se estima el nivel de saturaci3n de capturas y se establece el n3mero de ejemplares que ya han sido rescatados o ahuyentado de tal manera que se llegue a un porcentaje mayor de individuos rescatados.
  - Proporci3n de capturas en los diferentes periodos de muestreo; para rescates que constan de m3s de un per3odo de captura.
  - N3mero de especies y de ejemplares end3micos, amenazados y restringidos rescatados, conforme a lo establecido en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.
  - Condiciones de la estructura poblacional de las especies rescatadas: proporci3n de ejemplares infantiles, juveniles, adultos, machos, hembras.
  - N3mero de ejemplares muertos como consecuencia de la captura y/o estr3s en las condiciones de cautiverio temporal.
  - Con respecto al rescate de nidos y polluelos:
    - N3mero de huevos
    - % de eclosi3n
    - Numero de polluelos sobrevivientes despu3s de 5 d3as de nacido
    - Mortalidad de polluelos

Con la finalidad de medir la efectividad del rescate, con respecto a los objetivos del Plan de Rescate se usar3 el siguiente indicador de supervivencia:

$$\text{3ndice de supervivencia} = MI/Mr$$

De manera m3s formal este 3ndice se define como:

$$\phi_t = \frac{\text{Tama\~no de la poblaci3n liberada}}{\text{Tama\~no de la poblaci3n rescatada}}$$

D3nde:  $\phi_t$  = Probabilidad de supervivencia para el muestreo t

Es decir:

$$\phi_t = \frac{\hat{M}l}{\hat{M}r}$$

***MI*** = Tama\~no de la poblaci3n liberada

***Mr*** = Tama\~no de la poblaci3n rescatada

Esta f3rmula puede representarse en porcentajes de la siguiente forma:

$$\phi_t = (100) \frac{\hat{M}l}{\hat{M}r}$$

Para determinar el porcentaje de efectividad de supervivencia de las diferentes especies de vertebrados en los que se aplicar3, se presenta la siguiente escala:

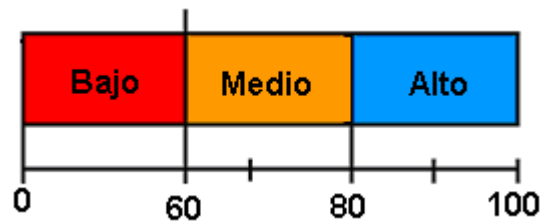


Figura VII.13 Escala porcentual del 3ndice de supervivencia.

Finalmente, se deber3 de realizar un reporte con todos los datos antes se\~alados al menos cada mes, as3 como entregar un reporte a la autoridad competente cada tres meses.

### VII.5.5. Cat3logo de conceptos de trabajo

## Requerimientos de personal, materiales y equipo

Para realizar las diversas actividades establecidas de acuerdo con la dimensi3n y caracter3sticas del programa, se hace necesario contar con el siguiente personal y la adquisici3n del siguiente material y equipo:

**Tabla VII. 12** Lista del personal, material y equipo necesario para realizar las acciones de rescate y reubicaci3n de Fauna.

| CONCEPTO   | CANTIDAD |
|--|----------|
| <b>Requerimientos materiales y de equipo</b>             |          |
| C3mara fotogr3fica digital                               | 1        |
| C3maras de video   | 1        |
| Camioneta tipo pick up o redilas                         | 7.25     |
| Computadora port3til                                     | 7.25     |
| GPS  | 1        |
| Memoria para c3mara fotogr3fica 4G                       | 5        |
| Botiqu3n con extractor de venenos y sueros antiviperinos | 2        |
| Ganchos herpetol3gicos                                   | 4        |
| Guantes largos de carnaza                                | 6        |
| Jaula  | 5        |
| Redes de niebla  | 2        |
| Trampas Sherman  | 10       |
| Trampas Tomahawk   | 10       |
| Bidones de 20 litros                                     | 2        |
| Bit3cora   | 1        |
| Cartograf3a de INEGI                                     | 1        |
| Lonas (5x6m)   | 2        |
| Papeler3a  | 2        |
| Pilas AA o AAA (28/paq)                                  | 2        |
| Sacos de manta   | 10       |
| Combustible para camioneta                               | 7.25     |

**Tabla VII. 13** Requerimiento de personal

| REQUERIMIENTO DE PERSONAL            |
|--------------------------------------|
| Etapa de Rescate y reubicaci3n Fauna |

|   |
|---|
| 1 Especialista en Manejo de Fauna (Bi3logo o MVZ) |
| 1 T3cnico en fauna (Bi3logo o MVZ)                |
| 4 Jornaleros                                      |
| <b>Etaa de seguimiento</b>                        |
| 1 Especialista en Manejo de Fauna (Bi3logo o MVZ) |
| 1 T3cnico en fauna (Bi3logo o MVZ)                |
| 1 Jornalero                                       |

### VII.5.6. Cronograma de actividades

De acuerdo con lo establecido, se estima que las acciones de rescate y reubicaci3n de fauna se llevar3n a cabo durante 12 meses. Este tiempo es solo una estimaci3n, ya que ser3 de forma gradual, conforme a los tiempos establecidos del proceso de despalme y desmonte, y conforme avance el desarrollo del proyecto.

**Tabla VII. 14** Cronograma de actividades.

| Actividad                                    | Trimestre |   |   |   |
|--|-----------|---|---|---|
|  | 1         | 2 | 3 | 4 |
| Estudios de sitios para la reubicaci3n       |           |   |   |   |
| Tareas de rescate de individuos              |           |   |   |   |
| Tareas de reubicaci3n de individuos de fauna |           |   |   |   |
| Informe de actividades realizadas            |           |   |   |   |

## **VII.6. PROGRAMA DE CONTROL DE EMISIONES A LA ATM3SFERA**

El presente programa propone medidas de car3cter preventivo y de control de contaminantes a la atm3sfera y generaci3n de ruido por la operaci3n de maquinaria y equipo, as3 como para el control de generaci3n de polvos por el movimiento de materiales durante el desarrollo del proyecto.

### **VII.6.1. Objetivos**

- ✓ Controlar las emisiones de material particulado y gases a la atm3sfera como resultado de los movimientos de tierra y operaci3n de veh3culos, equipos y maquinaria.
- ✓ Prevenir el incremento en los niveles de ruido durante las actividades constructivas del proyecto.

### **VII.6.2. Impactos que ser3n atendidos por el programa**

- Contaminaci3n ac3stica por el aumento en los decibeles en el ambiente
- Contaminaci3n atmosf3rica por emisi3n de polvo y gases de combusti3n

### **VII.6.3. Estrategias (medidas espec3ficas)**

#### **Emisi3n de gases**



---

En términos de legislación ambiental vigente, la observancia de la normatividad es un requisito para toda actividad o proyecto de desarrollo y presenta beneficios tales como la minimización del ruido y de las emisiones contaminantes que generen los vehículos y maquinaria y que se usarán en todo el proceso de desarrollo del proyecto. Las emisiones de gases de combustión provenientes de la maquinaria y vehículos que operen durante las diferentes etapas del proyecto, serán mitigadas de la siguiente manera:

Se deberá dar observancia de las siguientes Normas Oficiales Mexicanas en materia de prevención de la contaminación a la atmósfera por fuentes móviles.

- ✓ **NOM-041-SEMARNAT-2006.** Emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. Durante las diferentes etapas del proyecto se utilizarán vehículos que deberán mantener sus emisiones de contaminantes por debajo de los niveles que establece esta Norma oficial, a través de programas de mantenimiento o reemplazo de aquellos que no cumplan con los límites.
  
- ✓ **NOM-045-SEMARNAT-2006.** Opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible. Esto se deberá observar en los vehículos que se utilicen en la zona del proyecto cuyo combustible sea diésel.
  
- Los vehículos deberán circular con el escape cerrado tanto en los caminos de acceso como en las áreas de trabajo.

- 
- Durante la construcci3n del proyecto se deber3 realizar el transporte del equipo pesado y material de construcci3n durante las horas de poco tr3nsito vehicular para evitar exceso de emisiones atmosf3ricas.
  - Durante la construcci3n del proyecto, los camiones y veh3culos utilizados deber3n respetar los l3mites de velocidad para evitar accidentes de tr3nsito.
  - Para evitar accidentes de tr3nsito, durante la construcci3n del proyecto se deber3n colocar se3alizaciones de tr3nsito a lo largo de las principales vialidades.

### **Emisi3n de polvos**

La generaci3n de polvo es evidente en t3rminos est3ticos y de paisaje, adem3s de tener efectos nocivos contra la salud y la biota presente. Para mitigar la dispersi3n de part3culas suspendidas se realizar3n las siguientes medidas:

- Las actividades de desmonte y despalme del terreno deber3n desarrollarse de forma paulatina conforme se avance en el frente de obra, evitando mantener el suelo desnudo para no provocar su erosi3n.
- El transporte de los materiales a utilizar deber3 realizarse preferentemente en camiones cubiertos con lonas y el material humedecido para evitar su dispersi3n al aire.
- Es importante mantener h3meda la zona de trabajo para evitar que las part3culas de polvo puedan desplazarse a otros sitios. Las actividades se basan en recorridos con carros cisterna por las 3reas de trabajo dedicados a la aplicaci3n de agua de riego

---

sobre los caminos de acceso a las obras con la finalidad de mantener h3medo el sustrato y evitar la producci3n del polvo por la acci3n del viento. En forma similar, los residuos s3lidos secos deber3n humedecerse levemente antes de su disposici3n final.

- Durante la construcci3n del proyecto, en el frente de obra, el constructor instalar3 un sistema de limpieza de los veh3culos destinados al transporte de materiales de construcci3n o excedentes de excavaci3n, de tal forma que se evite el arrastre de material adherido a las llantas desde la zona del proyecto hacia las v3as pavimentadas, para lo cual se deber3 implementar a la salida de los frentes un sistema de limpieza.
- Durante la construcci3n, operaci3n y mantenimiento del proyecto se deber3n seguir las especificaciones presentes en la **NOM-045-SEMARNAT-2006**: Protecci3n ambiental.- veh3culos en circulaci3n que usan di3sel como combustible.- l3mites m3ximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y caracter3sticas t3cnicas del equipo de medici3n.
- Durante la construcci3n, operaci3n y mantenimiento del proyecto se deber3 asegurar el correcto almacenaje y protecci3n de los residuos s3lidos.

### Generaci3n de ruido

Durante la operaci3n de maquinaria, veh3culos de transporte y equipo en general se incrementarán los niveles de ruido, por lo que la promovente llevar3 a cabo lo siguiente: :

- Durante la construcci3n del proyecto se realizar3n un frecuente y adecuado mantenimiento de los veh3culos, equipos y maquinaria utilizada por el proyecto, de tal forma que el buen funcionamiento de 3stos no genere emisiones de ruido fuera de los

---

l3mites permisibles por la **NOM-080-SEMARNAT-1994**, que establece los l3mites m3ximos permisibles de emisi3n de ruido proveniente del escape de los veh3culos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulaci3n, y su m3todo de medici3n.

- Las emisiones de ruido producidas por la maquinaria ser3n mitigadas por los gradientes de temperatura y el viento para ser dispersas por la turbulencia, logrando en 3reas de espacios abiertos una disminuci3n de 10 a 30 dB en un espacio no mayor a 30 m a la redonda, por lo que no se contempla usar maquinaria que requiera la instalaci3n de filtros de ruido, ya que el ruido dif3cilmente rebasar3 lo establecido en la Norma fuera de la periferia del predio, cumpliendo de esta manera con lo establecido en la **NOM-080-SEMARNAT-1994**, referente a los l3mites m3ximos permisibles de ruido provenientes del escape de veh3culos automotores.
- Durante la construcci3n del proyecto los trabajadores de maquinaria pesada deber3n emplear tapones auditivos para evitar perjudicar su sistema auditivo.
- Durante la construcci3n del proyecto se deber3 apagar el equipo o maquinaria que no est3 en funcionamiento con el fin de evitar contaminaci3n sonora y atmosf3rica.

### Monitoreo

El promovente efectuar3 monitoreos peri3dicos de la calidad del aire para verificar el contenido de part3culas suspendidas totales (PST) en el aire, as3 como los niveles de ruido perimetral con el objeto de monitorear su comportamiento, a fin de poder establecer las medidas que sean necesarias en caso de sobrepasar los niveles permisibles por las normas anteriormente referidas. Para llevar a cabo estos monitoreos ser3n contratados

---

laboratorios de prueba debidamente acreditados ante la Entidad Mexicana de Acreditaci3n (EMA).

#### **VII.6.4. Indicadores de cumplimiento del programa**

El encargado de vigilar el cumplimiento de cada una de las acciones del presente programa, llevar3 un control mediante una bit3cora, en donde se evidencie que los niveles de emisi3n de ruido y polvo se encuentran dentro de las siguientes normas:

- **NOM-041-SEMARNAT-2006**
- **NOM-045-SEMARNAT-2006**
- **NOM-080-SEMARNAT-1994**

#### **VII.7. ACTIVIDADES DE RESTAURACI3N POR CAMBIO DE USO DE SUELO**

La Compensaci3n Ambiental por Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales, tiene como prop3sito llevar a cabo acciones de restauraci3n de suelos, reforestaci3n y mantenimiento de los ecosistemas forestales deteriorados, para que una vez lograda su rehabilitaci3n, se compensen los servicios ambientales que prestaban los ecosistemas que fueron afectados por el cambio de uso del suelo; entre ellos, la restauraci3n del ciclo hidrol3gico y los ciclos biogeoqu3micos, la captura de carbono, la recuperaci3n paulatina de la biodiversidad, la producci3n de ox3geno, entre otros.

En este apartado se describe el procedimiento y los costos requeridos para lograr la restauraci3n del predio en el supuesto en que ya se hubiere efectuado el cambio de uso

---

de suelo, hasta igualar las condiciones que presenta actualmente en cuesti3n de estructura y funcionalidad; para lograr esto es necesaria la restauraci3n ecol3gica, para lo cual en primer lugar se indican las bases te3ricas del proceso y posteriormente la forma en que se aplicar3a al proyecto.

### ***La restauraci3n ecol3gica***

La restauraci3n ecol3gica supone, entre otras cosas, la mejor restituci3n posible de los ciclos biogeoqu3micos y de otros rasgos cr3ticos de un ecosistema dado. Sin embargo, la complejidad intr3nica de los sistemas ecol3gicos y su importancia para la continuidad de la evoluci3n de las especies hacen necesario que la restauraci3n se emprenda: a) con especies oriundas del lugar y b) intentando reconstruir la estructura que guardaban los componentes originales del ecosistema, antes del evento de disturbio humano responsable del da1o.

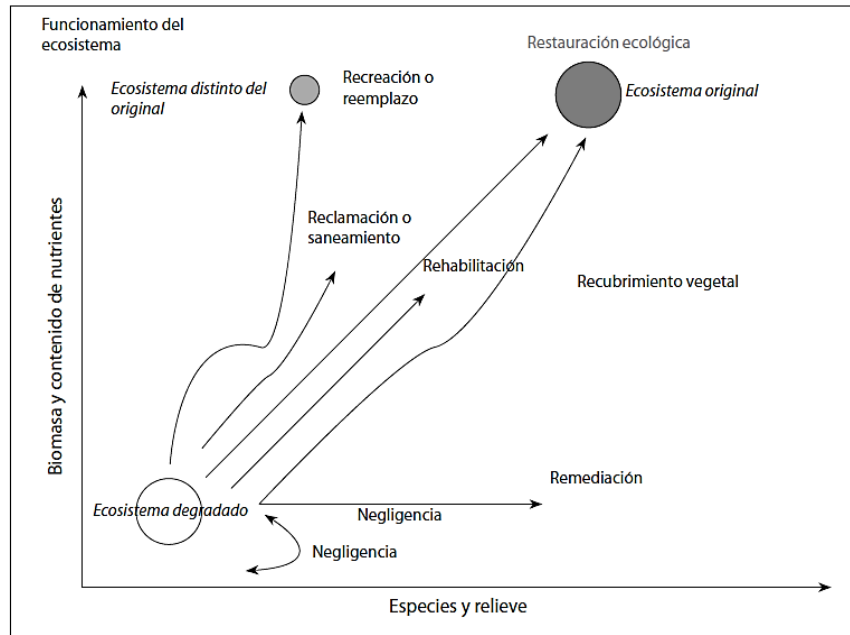
La Society for Ecological Restoration, International Science y el Policy Working Group (2004) consideran que la restauraci3n ecol3gica es el proceso de ayudar a la recuperaci3n de un ecosistema que ha sido degradado, da1ado o destruido. De acuerdo con Barraza (en S3nchez et al, 2005), la acci3n de la restauraci3n ecol3gica consiste en rehabilitar aquellos ambientes que se encuentran degradados y restablecerlos a sus condiciones naturales originales o, si esto no es posible, crear otras que sean similares al h3bitat afectado y que compensen aceptablemente los da1os causados. Se1ala que existen cuatro enfoques en la restauraci3n de comunidades biol3gicas y de los ecosistemas:

1. *Ausencia de acci3n*. Es cuando se deja a que el ecosistema se recupere por s3 mismo, conocido tambi3n como restauraci3n pasiva. Un ejemplo son los campos de cultivo abandonados, que despu3s de algunas d3cadas se convierten en acahuales y, con un poco de suerte, en bosques.

- 
2. *Rehabilitaci3n*. Es cuando se reemplaza un ecosistema degradado por otro que tenga un cierto tipo de productividad, utilizando pocas o muchas especies. Un ejemplo es el reemplazo de un 3rea de bosque degradado por un pastizal productivo.
  3. *Restauraci3n parcial*. Consiste en restaurar por lo menos algunas de las especies dominantes originales y ciertas funciones del ecosistema. Por ejemplo, la plantaci3n de 3rboles nativos en un bosque degradado.
  4. *Restauraci3n completa*. Consiste en restaurar el 3rea con su composici3n de especies, estructura y funciones originales por medio de un programa activo de modificaci3n del sitio y de reintroducci3n de las especies.

Como un proceso integral, la restauraci3n ecol3gica implica recuperar la estructura, funcionalidad y autosuficiencia semejantes a las presentadas originalmente en un ecosistema que ha sido degradado.

En el siguiente diagrama se pueden observar las estrategias para la recuperaci3n de ecosistemas degradados y su relaci3n con la restauraci3n ecol3gica:



**Figura VII.14** Estrategias de restauración de ecosistemas degradados (Fuente: Sánchez et al, 2005)

La restauración ecológica abarca, por una parte, el trabajo teórico relacionado con el conocimiento de las características y funciones que realiza la unidad en cuestión (el ecosistema), y por otra, un aspecto práctico responsable de la recuperación de las características y funcionalidad.

De acuerdo con Otoño (1999), el funcionamiento ecosistémico, refleja las actividades colectivas de plantas, animales y microbios y los efectos que estas actividades – alimentarse, crecer, moverse, excretar desechos, etc. – tienen en las condiciones físicas y químicas de su ambiente. (Cabe resaltar que “funcionamiento” significa “muestra de actividad” y no implica que los organismos realizan roles con un propósito en los procesos a nivel del ecosistema).

Considerando los elementos anteriores, es de resaltar que como parte del trabajo teórico, se generó la información tendiente a describir la estructura y funcionalidad del ecosistema en el predio del proyecto y su respectivo SAR, misma que fue presentada en el capítulo IV



---

de este estudio; dicha información es útil al momento de planear una restauración de ecosistemas degradados, puesto que da cuenta de las condiciones bióticas y abióticas que se pretenden reestablecer en el sitio afectado, y por lo tanto el procedimiento que se necesitará para lograrlo.

Márquez-Huitzil (2005), señala que el aspecto práctico de la restauración ecológica puede lograrse con los siguientes pasos básicos:

1. Terminar con la causa de afectación
2. Mitigar los efectos producidos por la misma
3. Llevar al sistema a condiciones semejantes a las que se presentaban en algún estadio sucesional previo
4. Reincorporar elementos bióticos o abióticos originales al sistema
5. Monitorear y modificar de forma iterativa los trabajos de restauración, dirigiendo el proceso sucesional de manera congruente con el objetivo de ésta.

Para el supuesto que estamos planteando en este estudio, se aplicarían los últimos tres puntos.

Los primeros trabajos consistirán en recuperar las características edafológicas del sitio, los suelos afectados pueden requerir la reintegración de capas superficiales de suelo, a un estado como en el que se encontraban antes de la afectación.

Será necesaria la aplicación de una capa o cubierta que mitigue el efecto de las capas inferiores del suelo, que hayan aflorado, sobre todo cuando éstas presenten condiciones contrastantes de acidez o composición química.

Los trabajos consistirán, en primer lugar, en recuperar algunas de las características del suelo, al menos hasta contar con las condiciones mínimas que permitan el establecimiento de especies nativas de un estadio de sucesión particular. Estos trabajos pueden consistir

---

en recuperar la capa de suelo, introduciendo materia orgánica vegetal, que provea fertilidad, conserve la humedad y por lo tanto favorezca la infiltración; de acuerdo con el apartado IV.5.5.3 de este estudio, se perdería con el proyecto un total de 8.08 toneladas del recurso suelo; que sería lo mínimo a introducir en el polígono para favorecer la acumulación de materia orgánica fértil, proliferación de organismos descomponedores y las posibilidades de que dicha superficie vuelva a sustentar vegetación, y en consecuencia hábitats para la fauna silvestre así como recuperación de sus ciclos biogeoquímicos.

### *La sucesión ecológica*

En este contexto, después será necesario llevar al sistema a condiciones semejantes a las de los primeros estadios de la sucesión vegetal conocida para el sitio; estos pueden incluir la reintroducción tanto de especies vegetales como animales en los ecosistemas durante su restauración, buscando recobrar la composición de especies y las interacciones entre éstas y con el medio abiótico. La naturaleza o tipo de acciones que pueden aplicarse para recuperar un ecosistema favoreciendo los componentes bióticos son muy variadas, por ejemplo, la atracción de especies que dispersan semillas u otros propágulos mediante mejoramiento de microhábitats, es decir, propiciando las condiciones de refugio principalmente, a través del recubrimiento con vegetación nativa; lo cual se logrará con la reforestación con especies nativas diversas y la conservación de remanentes de vegetación natural cercanos que sean fuente de germoplasma, que para el caso del polígono del proyecto consiste en un superficie de 0.2298 ha, con vegetación de matorral costero; y finalmente el manejo del proceso de sucesión ecológica.

En este sentido, las estrategias a adoptar en el proyecto pueden enfocarse a reintroducir especies nativas adecuados para la reincorporación de materia orgánica, formación del suelo, obtención de una cubierta vegetal y mitigación de las condiciones microclimáticas en el sitio, además de buscar la recuperación de la composición de especies y su

---

funcionalidad, lo cual puede incluso facilitar el resto de las actividades en la restauraci3n, dirigiendo y monitoreando 3nicamente el proceso de sucesi3n.

De acuerdo con Odum (1992), la sucesi3n ecol3gica es la serie de cambios que experimenta un ecosistema en la composici3n de sus especies a trav3s del tiempo. Se distinguen dos tipos de sucesi3n: Sucesi3n primaria y sucesi3n secundaria. La sucesi3n primaria ocurre en 3reas que no han sido colonizadas anteriormente, tales como roca desnuda, lava, arenas depositadas por cambios en las corrientes marinas. La sucesi3n secundaria se presenta en sitios previamente ocupados por alg3n tipo de cobertura vegetal y sujetos a alg3n tipo de disturbio de origen natural o antr3pico. En general, se considera que la sucesi3n se realiza en forma direccional y predecible, es decir, que la sucesi3n formar3 un ecosistema con caracter3sticas exactamente iguales a las del ecosistema original. Sin embargo, se ha encontrado que esto no es necesariamente cierto, y la comunidad cl3max puede ser variable. Las especies pioneras son heli3fitas o intolerantes (no toleran condiciones de sombra) y a medida que avanza el proceso de sucesi3n se encuentran especies adaptadas a condiciones de sombra durante su etapa juvenil y se conocen como especies esci3fitas o tolerantes. La especies de los estados serales intermedios se conocen como especies secundarias tempranas y secundarias tard3as.

Es importante destacar que la sucesi3n de especies vegetales va acompa3ada de una sucesi3n de comunidades animales adaptados al ambiente que se va modificando en el proceso.

Aunado a lo anterior y de acuerdo con el estudio de caracterizaci3n de fauna silvestre en el pol3gono del proyecto, se encontr3 que las especies registradas se caracterizan por ser generalistas, es decir que se adaptan a diferentes tipos de h3bitats dentro del SAR, y que el sitio del proyecto lo est3n usando como resguardo o sitio de descanso, derivado del an3lisis realizado para este grupo de organismos, se identific3 que para atraerlos

---

nuevamente al predio y reestablecer poco a poco su funci3n en el complejo ecosist3mico, s3lo es necesario propiciar las condiciones m3nimas para su resguardo; principalmente de cobertura vegetal.

Es por todo lo anterior que de manera posterior a la restauraci3n de suelos degradados, mediante la introducci3n de materia org3nica, seguir3a el establecimiento de la reforestaci3n con diferentes especies y que haya sido registradas durante la caracterizaci3n de flora silvestre hecha para el proyecto, as3 como propiciar las condiciones para que inicie el proceso de recubrimiento vegetal, que comenzar3 con la proliferaci3n de herb3ceas y arbustivas tolerantes a las condiciones de alta luminosidad; dichas condiciones consistir3n en 3nicamente limpiar o realizar deshierbe alrededor de los ejemplares que se planten, y permitir el recubrimiento del resto del suelo, que propicie la formaci3n de materia org3nica, protecci3n del mismo y microh3bitats para la fauna de talla peque1a, como algunas especies de reptiles.

Ser3a indispensable mantener la restricci3n de acceso al pol3gono, sobre todo a la fracci3n que conservar3 cobertura vegetal natural, la cual funcionar3 como banco de germoplasma para algunas especies de plantas, y la zona en que se resguardar3n algunos organismos de fauna, sobre todo del grupo de las aves, que ser3n las primeras en proliferar el sitio y que aportar3n su funci3n de dispersoras de semillas, atrayendo con ello de manera paulatina a otros grupos de fauna.

Posteriormente, ser3 necesario monitorear y conducir el proceso de sucesi3n vegetal, tomando en cuenta, a trav3s de la reinserci3n de ejemplares de las diferentes especies registradas, evitando el uso de especies ex3ticas o introducidas, ya que modificar3a la estructura y por lo tanto la funcionalidad del ecosistema, difiriendo a lo registrado actualmente; dicho monitoreo consistir3 en una evaluaci3n semestral del proceso de revegetaci3n, con lo cual se har3n los ajustes necesarios, por ejemplo, reposici3n de plantas muertas, inserci3n de ejemplares de otras especies.

---

De acuerdo con las dimensiones registradas para los ejemplares de diferentes especies vegetales, la recuperación total de la estructura vegetal podría tardar hasta 50 años, que es el tiempo necesario para que los ejemplares de la especie *Thrinax radiata* alcancen la altura promedio registrada actualmente de 6.4 m, de acuerdo con el plan de manejo elaborado para el aprovechamiento de esta especie; se tomó como referencia a *Thrinax radiata*, puesto que de acuerdo con la revisión bibliográfica es la que más tiempo tarda en crecer.

La restauración ecológica resulta ser la más adecuada para aplicarse a los ecosistemas del país. Esto se debe a que es la única estrategia comprometida con la recuperación de la integridad biológica de los ecosistemas, junto con su estructura y funcionamiento originales, lo cual garantizaría la sostenibilidad de los ecosistemas y la conservación de la biodiversidad que alberga.

El refuncionamiento pone énfasis en aquellos procesos formadores de ciclos biogeoquímicos, interacciones suelo-planta-animal, entre otros, como los actores que ayudarán a la permanencia del ecosistema. En general, si se planea adecuadamente, la naturalización del paisaje debe ser una fase del refuncionamiento, que en conjunto llevará a la restauración del ecosistema.

De acuerdo con lo anterior, el proceso de restauración ecológica se resumiría de la siguiente manera:

1. Caracterización del medio biótico y abiótico del predio y su entorno SAR (realizado y presentado en el apartado IV de este estudio)
2. Restauración de suelos
3. Reforestación con especies nativas
4. Monitoreo de la revegetación natural o sucesión ecológica
5. Vigilancia continua del predio de interés

A continuación se señalan los costos por la implementación de las acciones indicadas:

## **1. Restauraci3n de suelos**

Se tom3 como referencia el costo por tonelada de la tierra de monte, como recurso no maderable, de acuerdo con las cifras del anuario estadístico de producci3n forestal 2013; que resulta de \$ 767.76 M.N por tonelada, y considerando que se requiere recuperar un total de 8.08 toneladas, el costo por este concepto resultaría de **\$ 6,203.48 M.N.**

## **2. Reforestaci3n con especies nativas**

Este proceso se presenta de manera desglosada en el siguiente apartado, destacando que se enfoca a una actividad por compensaci3n ambiental:

### **VII.7.1. Objetivos**

Llevar a cabo acciones de reforestaci3n dentro del ANP denominada “Área de Protecci3n de Flora y Fauna Manglares de Nichupt3”, como medida de compensaci3n por la superficie de Cambio de Uso de Suelo requerida para el proyecto.

### **VII.7.2. Impactos que ser3n atendidos por el programa**

- P3rdida de cobertura vegetal incluyendo especies en riesgo
- P3rdida de suelo por desmonte y despalme
- Desplazamiento de Individuos de especies de fauna (incluyendo especies en la NOM)
- Afectaci3n al h3bitat

### **VII.7.3. Sitios propuestos para la Restauraci3n**

El an3lisis del estado de salud de la vegetaci3n a nivel del SAR y 3rea de estudio que se incluye en el cap3tulo IV de la presente MIA-R., sirvi3 de base para identificar los sitios potenciales para la restauraci3n.

Con base a esta primera aproximaci3n del estado de salud de la vegetaci3n, los sitios que presentan una mayor degradaci3n en la vegetaci3n, son las 3reas en color amarillo y naranja que se muestran la siguiente figura. Las superficies con mayor degradaci3n de la vegetaci3n representan los sitios potenciales para su restauraci3n.

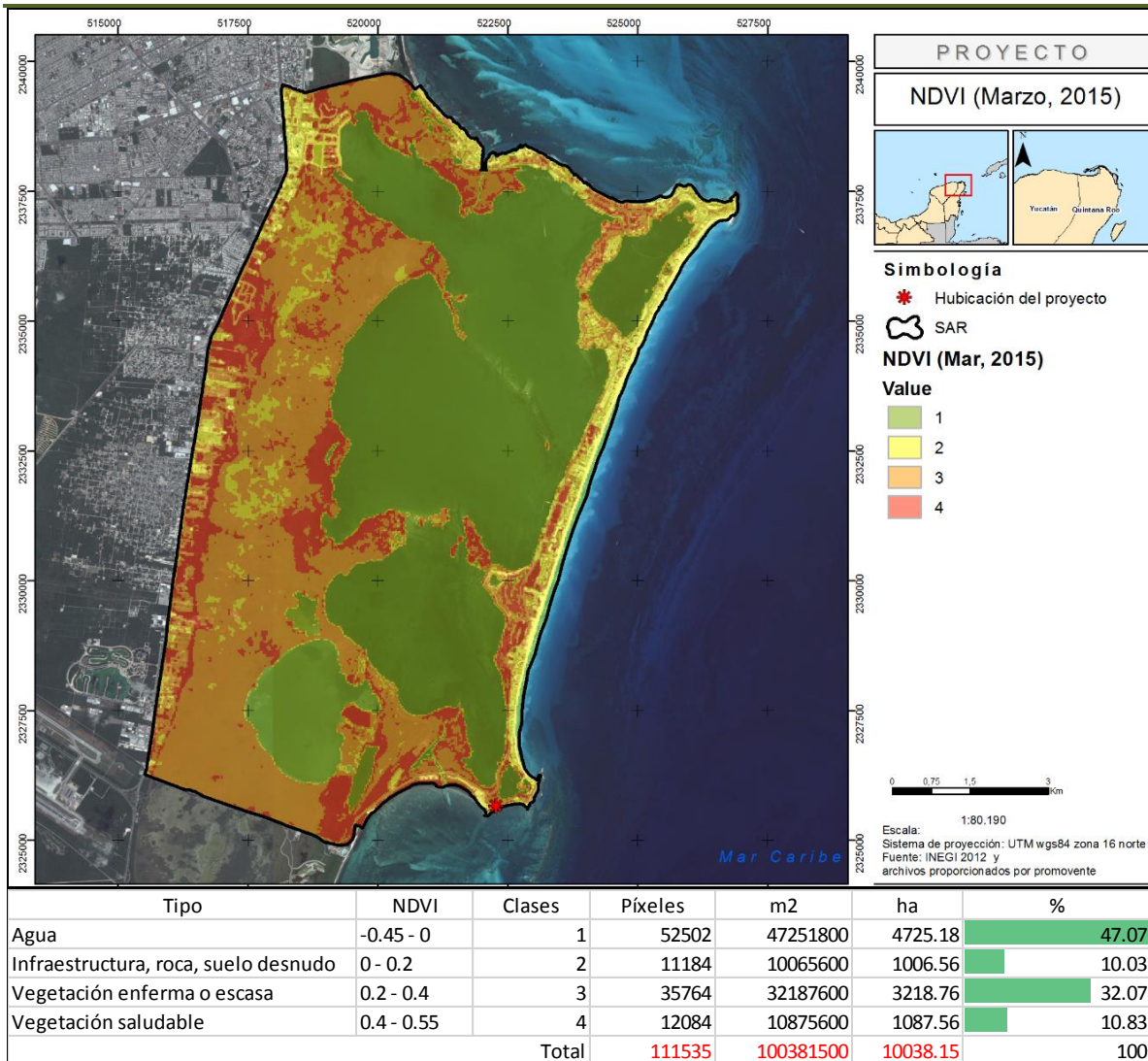


Figura VII.15 3ndice de vegetaci3n de Diferencia Normalizada (NDVI), nivel SAR.

#### VII.7.4. Selecci3n de las especies para reforestaci3n

Para lograr igualar las condiciones del predio afectado por el cambio de uso de suelo, se tendr3an que utilizar especies con distribuci3n actual en el mismo, y que ser3an las siguientes:



**Tabla VII. 15** Especies de flora, en los pol3gonos donde se realizar3 el Cambio de Uso de Suelo.

| Familia       | Nombre cient3fico   | Nombre com3n      | FC <sup>1</sup> | TV <sup>2</sup> |
|---------------|---|-------------------|-----------------|-----------------|
| Arecaceae     | <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830)           | Palma chit        | A, Ar, H        | VSA/SMQ, VMC    |
| Sapotaceae    | <i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni (1942)                     | Kaniste           | A, Ar, H        | VSA/SMQ         |
| Burseraceae   | <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg. (1890)                             | Palo mulato       | A               | VSA/SMQ         |
| Boraginaceae  | <i>Cordia sebestena</i> L. (1753)                                     | Ciricote de playa | A, Ar           | VSA/SMQ, VMC    |
| Myrtaceae     | <i>Eugenia axillaris</i> (Sw.) Willd. (1799)                          | snc               | A, Ar           | VSA/SMQ         |
| Anacardiaceae | <i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb. (1908)                           | Chechem           | A               | VSA/SMQ         |
| Capparaceae   | <i>Capparis incana</i> Kunth (1821)                                   | Matagallina       | A, Ar           | VSA/SMQ, VMC    |
| Schoepfiaceae | <i>Schoepfia schreberi</i> J.F. Gmel. (1791)                          | Nanchecillo       | Ar              | VSA/SMQ         |
| Fabaceae      | <i>Pithecellobium keyense</i> Britton (1928)                          | Ya'ax k'aax*      | A, Ar           | VSA/SMQ, VMC    |
| Moraceae      | <i>Ficus maxima</i> Mill. (1768)                                      | Matapalo          | A               | VSA/SMQ         |
| Combretaceae  | <i>Terminalia catappa</i> L. (1767)                                   | Almendo           | A               | VSA/SMQ         |
| Lamiaceae     | <i>Vitex trifolia</i> L. (1753)                                       | 3rbol casto       | A, Ar           | VSA/SMQ, VMC    |
| Muntingiaceae | <i>Muntingia calabura</i> L. (1753)                                   | Capul3n           | A, Ar           | VSA/SMQ         |
| Moraceae      | <i>Ficus ovalis</i> (Liebm.) Miq. (1867)                              | Matapalo          | A               | VSA/SMQ         |
| Fabaceae      | <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit (1961)                     | Guaje             | A               | VSA/SMQ         |
| Polygonaceae  | <i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L. (1759)                               | Uvero de playa    | Ar              | VMC             |
| Asparagaceae  | <i>Agave angustifolia</i> Haw. (1812)                                 | Maguey            | H               | VMC             |
| Boraginaceae  | <i>Tournefortia gnaphalodes</i> (L.) R. Br. ex Roem. & Schult. (1819) | Alhucema de costa | Ar              | VMC             |
| Asteraceae    | <i>Ambrosia hispida</i> Pursh (1813)                                  | Margarita de mar  | H               | VMC             |
| Sapotaceae    | <i>Bumelia retusa</i> Balb. ex A. DC. (1844)                          | Pico real         | A, Ar           | VMC             |
| Rubiaceae     | <i>Ernodea littoralis</i> Sw. (1788)                                  | Ciricote blanco   | H               | VMC             |

| Familia        | Nombre cientifico   | Nombre com3n          | FC <sup>1</sup> | TV <sup>2</sup> |
|----------------|---|-----------------------|-----------------|-----------------|
| Surianaceae    | <i>Suriana maritima</i> L. (1753)                         | Tabaquillo            | Ar              | VMC             |
| Fabaceae       | <i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg. (1891)               | Hab3n                 | A               | VSA/SMQ         |
| Arecaceae      | <i>Cocos nucifera</i> L. (1753)                           | Palma de coco         | A, Ar           | VSA/SMQ, VMC    |
| Lamiaceae      | <i>Callicarpa acuminata</i> Kunth (1817)                  | Pukin                 | Ar              | VSA/SMQ         |
| Phytolaccaceae | <i>Rivina humilis</i> L. (1753)                           | Coralillo             | H               | VSA/SMQ, VMC    |
| Putranjivaceae | <i>Drypetes lateriflora</i> (Sw.) Krug & Urb. (1892)      | snc                   | A, Ar           | VSA/SMQ         |
| Acanthaceae    | <i>Bravaisia berlandieriana</i> (Nees) T.F. Daniel (1988) | Juluub                | Ar              | VSA/SMQ         |
| Amaryllidaceae | <i>Hymenocallis littoralis</i> (Jacq.) Salisb. (1812)     | Lirio araña           | H               | VMC             |
| Capparaceae    | <i>Capparis flexuosa</i> (L.) L. (1762)                   | Bokanche <sup>*</sup> | Ar              | VSA/SMQ         |

**1. FC (Forma de crecimiento):** A, Arb3reo; Ar, Arbustivo; H, Herb3ceo. **2. TV (Tipo de Vegetaci3n):** VMC, Vegetaci3n de Matorral Costero; VSA/SMQ, Vegetaci3n Secundaria Arb3rea de Selva Mediana Subperennifolia.

A3n y cuando se buscar3n sitios dentro del ANP "3rea de Protecci3n de Flora y Fauna Manglares de Nichupt3" con condiciones de deterioro y con caracter3sticas similares a las del predio del proyecto, ser3 necesario realizar un estudio m3s espec3fico dentro del ANP, acerca del tipo de suelo y las condiciones bioclim3ticas (exposici3n solar, orientaci3n, pendiente, composici3n de especies, etc.), esto con la finalidad de obtener resultados exitosos en las acciones previstas en el presente programa.

### Adquisici3n y caracter3sticas de la planta utilizada

Dada la diversidad de plantas que se tendr3an que considerar, se aclara que por tratarse de especies silvestres en su mayor3a no comercializables, se manej3 un costo promedio seg3n los precios de referencia presentados en el cap3tulo VI para los individuos no

maderables, puesto que la planta a adquirir estar3a en una etapa juvenil, los cuales se obtuvieron basados en los usos locales y en el precio de especies tropicales que s3 son comercializables tanto en UMAS (*Thrinax radiata*), como viveros. Por lo tanto, la adquisici3n ser3a de las siguientes especies en viveros y UMA's.

**Tabla VII. 16** Especies con disponibilidad en el mercado.

| Familia      | Nombre cient3fico   | Nombre com3n  |
|--------------|---|---------------|
| Arecaceae    | <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830) | Palma chit    |
| Sapotaceae   | <i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni (1942)           | Kaniste       |
| Combretaceae | <i>Terminalia catappa</i> L. (1767)                         | Almendro      |
| Fabaceae     | <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit (1961)           | Guaje         |
| Asparagaceae | <i>Agave angustifolia</i> Haw. (1812)                       | Maguey        |
| Fabaceae     | <i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg. (1891)                 | Hab3n         |
| Arecaceae    | <i>Cocos nucifera</i> L. (1753)                             | Palma de coco |

Para el resto de especies tendr3a que considerarse su reproducci3n en vivero a partir de la colecta de semillas o prop3gulos. En su mayor3a se trata de especies silvestres no comercializables.

Las plantas seleccionadas para la restauraci3n presentar3an las siguientes caracter3sticas f3sicas y sanitarias:

- Plantas rectas de tallo o fuste.
- Plantas con un follaje intenso en color y extenso en copa.
- El sustrato de contenci3n o cepell3n de la pl3ntula no deber3 estar compactado en su totalidad.

- 
- La pl3ntula deber3 estar libre de manchas blancas y negras en las hojas y tallos, como indicador de la no presencia de hongos.
  - Las plantas deber3n estar libres de insectos defoliadores, barrenadores o descortezadores de ra3ces y tallos.
  - No se seleccionaran plantas que presenten s3ntomas de marchitez y secamiento del cepell3n.

### **Preparaci3n del terreno**

El objeto de preparar el sitio es mejorar las condiciones del suelo para asegurar un 3ndice mayor de sobrevivencia. El suelo debe quedar bien mullido y libre de maleza, para que retenga el agua y las plantas tengan un buen desarrollo radicular.

Las actividades a realizarse en esta etapa ser3an el deshierbe en caso de que el terreno a restaurar presentara problemas de malezas, lo cual se har3a de manera manual (por medio de palas, machetes) o de manera mec3nica (maquinaria). Posteriormente se efectuar3a la descompactaci3n del suelo, por medio de un tractor que efect3e actividades de arado.

### **Dise3o de la plantaci3n**

El dise3o de la plantaci3n denominado "tres-bolillo" se retoma con base el art3culo 124 fracci3n I del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en el Acuerdo mediante el cual se emiten los costos de referencia para reforestaci3n o restauraci3n, y su mantenimiento para compensaci3n ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodolog3a para su estimaci3n. Con base a lo anterior, el distanciamiento de la plantaci3n para ecosistemas tropicales es de 4 m y una densidad de plantaci3n de 625 3rboles por hect3rea (DOF, 2011), lo cual se estima y podr3a variar en funci3n de diferentes factores como la pendiente del terreno.

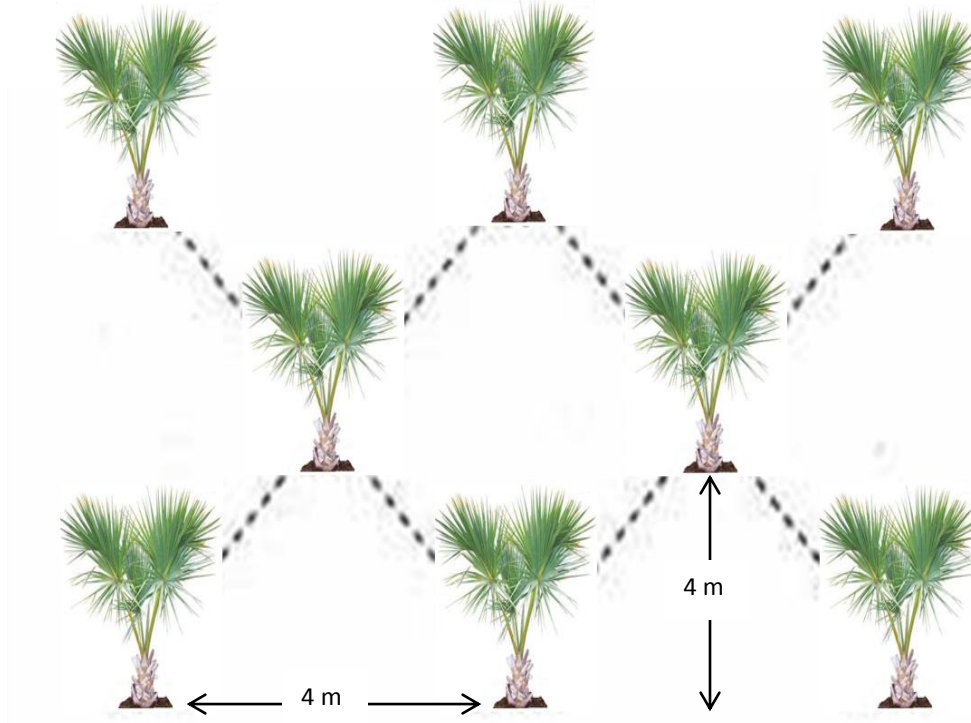


Figura VII.16 Dise1o de la plantaci3n "Tres-bolillo".

## Plantaci3n

Esta etapa incluye las actividades de traslado de la planta desde el sitio de adquisici3n al sitio de plantaci3n, la apertura de cepas y colocaci3n de la planta:

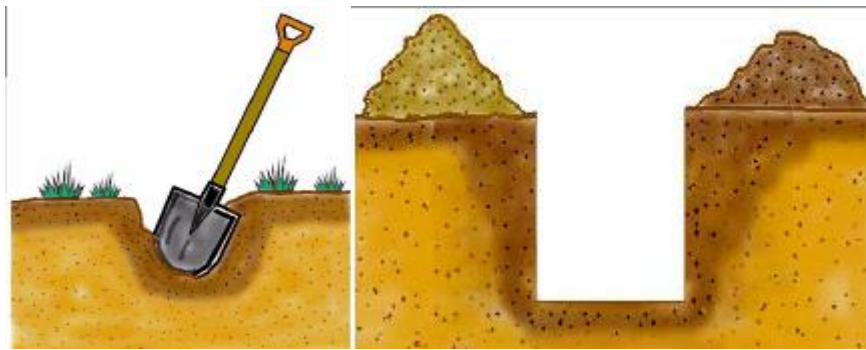
### *Estibado y transporte de la planta*

Para el transporte de las pl3ntulas se deber3 contar con veh3culos tipo Pick Up con plataforma amplia, y evitar con esto el amontonamiento de las plantas, para el caso de redilas de tres toneladas estas deber3n estar acondicionadas con plataformas espaciadas.

### *Apertura de cepas*

La cepa es el hoyo donde se planta un 3rbol. El tama1o de la cepa debe ser mayor que el tama1o del cepell3n, al menos el doble del di3metro y un 50 % m3s de hondo. Se abre

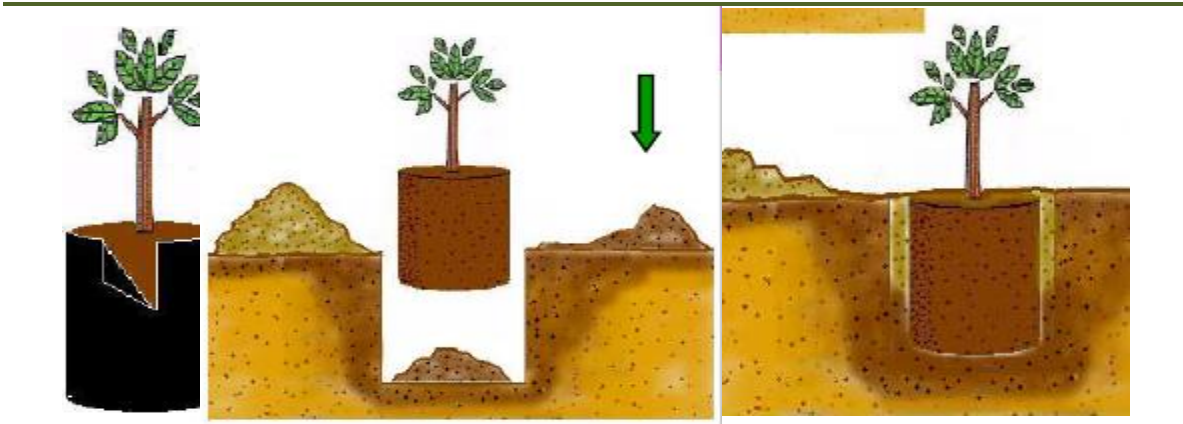
m3s el di3metro para remover el suelo y mejorar su estructura y se profundiza menos porque m3s del 80 % del sistema radicular es horizontal, casi superficial. Las ra3ces crecen m3s r3pido en un suelo flojo y muy lento en un suelo rocoso, tepetatoso o compactado, que a veces parece otra maceta enterrada. Antes de bajar el 3rbol a la cepa, se debe inspeccionar sus heridas, ramas quebradas, ra3ces rotas y podarlas, quitando los desgarres.



**Figura VII.17** Secuencia y forma de la cepa a aperturar para la colocaci3n de la pl3ntula.

### *Colocaci3n de la planta*

Primeramente se agregar3 tierra suelta dentro de la cepa hasta calcular que el cepell3n colocado quede con el cuello radicular del 3rbol al nivel del piso. Se evitar3 sofocar las ra3ces si el 3rbol queda muy abajo, pero si queda muy arriba las ra3ces se pueden morir o deshidratar, manteniendo el 3rbol en estr3s permanente; el cuello radicular debe estar en un rango de 5 a 10 cm arriba, porque el suelo suelto bajar3 con el agua hasta quedar al nivel del piso. Ya colocado y nivelado verticalmente el tallo, se agregar3 la tierra suelta todo alrededor sin compactarla y riego simult3neamente si es posible para que no queden bolsas de aire



**Figura VII.18** Secuencia de la colocaci3n de las pl3ntulas.

### **3poca de plantaci3n**

La plantaci3n se llevar3a cabo en la etapa de inicio de la temporada de lluvias, la cual ser3a durante los meses de mayo-junio.

### **Control de malezas**

Posterior a la plantaci3n, y como parte de las actividades de mantenimiento, si se presentan problemas de malezas como sucede frecuentemente, se realizar3a un deshierbe manual y/o con ayuda de medios mec3nicos como machetes, para evitar la competencia de nutrientes entre los ejemplares de inter3s y estos organismos.

### **Asesor3a t3cnica**

Se considera la asesor3a t3cnica durante el desarrollo del proceso de restauraci3n del terreno, as3 como durante la etapa de mantenimiento, con la finalidad de monitorear y asegurar la sobrevivencia de los ejemplares plantados.

## VII.7.5. Estimaci3n del costo de las actividades de restauraci3n con motivo del cambio de uso de suelo

En las siguientes tablas se muestran los costos estimados para el desarrollo de la plantaci3n considerando las actividades y conceptos antes descritos:

**Tabla VII. 17** Costos por adquisici3n de la planta.

| Superficie a reforestar (Ha) | N3m. de plantas por Ha | Total de plantas | Costo unitario (\$) | Costo total (\$) |
|------------------------------|------------------------|------------------|---------------------|------------------|
| 1.5684                       | 625                    | 980              | 20.00               | <b>19,605.00</b> |

**Tabla VII. 18** Costos por el desarrollo de la plantaci3n.

| Mano de obra            |                    |                 |                     |                  |
|-------------------------|--------------------|-----------------|---------------------|------------------|
| Actividades             | Personal requerido | Duraci3n (d3as) | Costo/d3a (\$)      | Costo total (\$) |
| Preparaci3n del terreno | 2                  | 3               | 250.00              | 1,500.00         |
| Trazos de la plantaci3n | 2                  | 1               | 250.00              | 500.00           |
| Plantaci3n              | 4                  | 5               | 250.00              | 5,000.00         |
| Asesor3a t3cnica        | 1                  | 9               | 500.00              | 4,500.00         |
| <b>Costo total</b>      |                    |                 |                     | <b>11,500.00</b> |
| Material y equipo       |                    |                 |                     |                  |
| Concepto                | Cantidad           | Unidad          | Costo unitario (\$) | Costo total (\$) |
| Palas                   | 4                  | Pieza           | 130.00              | 520.00           |
| Barretas                | 4                  | Pieza           | 200.00              | 800.00           |
| Cavahoyos               | 4                  | Pieza           | 320.00              | 1,280.00         |
| Machetes                | 4                  | Pieza           | 110.00              | 440.00           |
| GPS                     | 1                  | Pieza           | 6,500.00            | 6,500.00         |



Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B Regional del proyecto  
"Hotel Riviera Canc3n"

|                                     |   |        |          |                  |
|-------------------------------------|---|--------|----------|------------------|
| Transporte (veh3culo y combustible) | 1 | Viajes | 2,000.00 | 2,000.00         |
| <b>Costo total</b>                  |   |        |          | <b>11,540.00</b> |

**Tabla VII. 19** Costos por actividades de mantenimiento por un a3o posterior a la plantaci3n.

| <b>Mano de obra</b>                                  |                           |                        |                            |                         |
|--|---------------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|
| <b>Actividades</b>                                   | <b>Personal requerido</b> | <b>Duraci3n (d3as)</b> | <b>Costo/d3a (\$)</b>      | <b>Costo total (\$)</b> |
| Aplicaci3n de riegos                                 | 2                         | 2                      | 250.00                     | 1,000.00                |
| Deshierbe de maleza                                  | 2                         | 2                      | 250.00                     | 1,000.00                |
| Reposici3n de planta                                 | 2                         | 2                      | 250.00                     | 1,000.00                |
| Renovaci3n de cajetes                                | 2                         | 2                      | 250.00                     | 1,000.00                |
| Aplicaci3n de fertilizantes e insecticidas org3nicos | 2                         | 2                      | 250.00                     | 1,000.00                |
| Evaluaci3n de la plantaci3n                          | 1                         | 1                      | \$500.00                   | \$500.00                |
| <b>Costo mensual</b>                                 |                           |                        |                            | <b>\$5,500.00</b>       |
| <b>Costo anual</b>                                   |                           |                        |                            | <b>\$66,000.00</b>      |
| <b>Material y equipo</b>                             |                           |                        |                            |                         |
| <b>Concepto</b>                                      | <b>Cantidad</b>           | <b>Unidad</b>          | <b>Costo unitario (\$)</b> | <b>Costo total (\$)</b> |
| Fertilizantes  | 5                         | kg                     | \$150.00                   | \$750.00                |
| Insecticidas   | 5                         | Lts                    | \$160.00                   | \$800.00                |
| Tinaco   | 1                         | Pieza                  | \$1,500.00                 | \$1,500.00              |
| Manguera   | 2                         | Rollo (100 m)          | \$2,000.00                 | \$4,000.00              |
| Regaderas de bast3n                                  | 2                         | Piezas                 | \$350.00                   | \$700.00                |
| Cubetas  | 5                         | Piezas                 | \$20.00                    | \$100.00                |
| <b>COSTO TOTAL</b>                                   |                           |                        |                            | <b>\$7,850.00</b>       |

**Tabla VII. 20** Costos por actividades de monitoreo por nueve a3os posteriores al mantenimiento.

| Actividades                             | Personal requerido | Duraci3n (A3os) | Costo/a3o (\$) | Costo total (\$) |
|---|--------------------|-----------------|----------------|------------------|
| Evaluaci3n y monitoreo de la plantaci3n | 1                  | 9               | \$30,000.00    | \$270,000.00     |

De acuerdo con lo anterior, en la siguiente tabla se resumen los costos estimados para las actividades de restauraci3n para un periodo de 10 a3os (un a3o para mantenimiento y nueve a3os para monitoreo):

**Tabla VII. 21** Resumen de costos por actividades de restauraci3n para un periodo de 10 a3os.

| CONCEPTO   | SUBTOTAL            |
|--|---------------------|
| ADQUISICI3N DE LA PLANTA                                       | \$19,605.00         |
| ACTIVIDADES Y CONCEPTOS DE GASTOS DE REFORESTACI3N             |                     |
| Mano de obra   | \$11,500.00         |
| Material y equipo  | \$11,540.00         |
| MANTENIMIENTO POSTERIOR A LA REFORESTACI3N POR 1 A3O           |                     |
| Mano de obra   | \$66,000.00         |
| Material y equipo  | \$7,850.00          |
| EVALUACI3N Y MONITOREO POSTERIOR A LA REFORESTACI3N POR 9 A3OS | \$270,000.00        |
| <b>TOTAL</b>   | <b>\$386,495.00</b> |

Se estim3 el costo total por actividades de reforestaci3n con especies nativas de la superficie con vegetaci3n de 1.5684 hect3reas, por un monto de **\$386,495.00 M.N.**

### 3. Monitoreo del proceso de revegetaci3n natural o sucesi3n ecol3gica

Esta actividad se haría de manera semestral y tendría una duraci3n de 50 ańos, posteriores al inicio de las labores de restauraci3n, puesto que es el periodo en que se espera se alcance la estructura que actualmente presenta la vegetaci3n en el polígono del proyecto:

**Tabla VII. 22** Costo por el monitoreo de la sucesi3n ecol3gica durante un periodo de 50 ańos

| CONCEPTO   | NÚMERO DE SEMESTRES | COSTO SEMESTRAL | COSTO TOTAL     |
|--|---------------------|-----------------|-----------------|
| Monitoreo del proceso de revegetaci3n natural o sucesi3n ecol3gica (Semestral) | 100                 | \$ 30,000.00    | \$ 3,000,000.00 |

### 4. Vigilancia continua del predio de inter3s

Esta actividad tambi3n se requeriría realizar durante un periodo de 50 ańos, para asegurar la protecci3n del predio de inter3s

**Tabla VII. 23** Costo por la vigilancia del predio a restaurar durante un periodo de 50 ańos

| CONCEPTO                          | NÚMERO DE AÑOS | COSTO ANUAL   | COSTO TOTAL     |
|-----------------------------------|----------------|---------------|-----------------|
| Vigilancia del predio a restaurar | 50             | \$ 120,000.00 | \$ 6,000,000.00 |

## RESUMEN DE COSTOS

En la siguiente tabla se resumen los costos indicados anteriormente:

| CONCEPTO   | COSTO TOTAL     |
|--|-----------------|
| Restauraci3n de suelos   | \$ 6,203.48     |
| Reforestaci3n con especies nativas   | \$ 386,495.00   |
| Monitoreo del proceso de revegetaci3n natural o sucesi3n ecol3gica (Semestral) | \$ 3,000,000.00 |
| Vigilancia continua del predio de inter3s                                      | \$ 6,000,000.00 |

|                     |                        |
|---------------------|------------------------|
| <b>COSTO TOTAL=</b> | <b>\$ 9,392,698.48</b> |
|---------------------|------------------------|

**Se estim3 un costo total por actividades de restauraci3n, por un monto de \$ 9,392,698.48 M.N**

Considerando que la derrama econ3mica total estimada por el desarrollo del proyecto es de USD \$80'000,000.00 (ochenta millones de d3lares americanos), la derrama econ3mica 3nicamente para actividades involucradas en el cambio de uso de suelo, que incluye la aplicaci3n de las diferentes medidas de mitigaci3n, se estima corresponda al 10% del monto de inversi3n que se traduce en USD \$8, 000, 000.00 (ocho millones de d3lares americanos), el costo de los recursos biol3gico forestales de \$ 577,038.19 (Quinientos setenta y siete mil, treinta y ocho pesos 19/100 M.N.), y el costo por las actividades de restauraci3n result3 de \$ 9,392,698.48; por lo cual se puede afirmar que con un par3metro monetario, el proyecto ser3 m3s productivo en la regi3n a largo plazo.

## **VII.8. PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS**

Durante el desarrollo del proyecto, ser3n generados necesariamente residuos l3quidos, s3lidos, peligrosos y especiales. Con la finalidad de disminuir al m3ximo los riesgos de contaminaci3n al mar, se ha considerado proponer el presente Programa de Manejo Integral de Residuos.

### **VII.8.1. Objetivos**

- ✓ Minimizar el impacto ambiental derivado del inadecuado manejo de los diferentes tipos de residuos.
- ✓ Minimizar la generaci3n de residuos dentro de las diferentes etapas del proyecto.

### **VII.8.2. Impactos que serán atendidos por el programa**

De conformidad con la identificación y evaluación de impactos ambientales presentados en el capítulo V, el programa propuesto atenderá los siguientes impactos ambientales.

- C  
ontaminación del agua subterránea por un manejo inadecuado de los residuos (descarga de salmuera, derrame de aceites o hidrocarburos y otros residuos)
- C  
ontaminación del suelo por un manejo inadecuado de residuos sólidos, líquidos y peligrosos.

El presente programa cuenta con tres subprogramas, con la finalidad de un mejor manejo de cada uno de los diferentes grupos de residuos que se generen durante el desarrollo del proyecto.

### **VII.8.3. SUBPROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS**

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) señala que los residuos sólidos urbanos *son los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole;* con base en lo anterior, durante las etapas de preparación del sitio y construcción, la

---

generación de residuos sólidos urbanos se presentará principalmente por los trabajadores de la obra al ingerir sus alimentos, así como por las actividades propias de la obra.

### **VII.8.3.1.Objetivos**

Ofrecer una serie de acciones para tener un control y un manejo adecuado de los residuos sólidos que genere el proyecto durante sus diferentes etapas.

### **VII.8.3.2.Estrategias (medidas específicas)**

➤ **FASE INTERNA Identificación de los residuos**

Los residuos sólidos urbanos generados por los trabajadores durante la etapa de preparación del terreno y construcción del proyecto consistirán en papel, envolturas y empaques, botellas y bolsas de plásticos así como una muy pequeña cantidad de materia orgánica; que en su conjunto no superará una producción mayor a un 1.6 Kg./persona/día, esto de acuerdo con lo reportado por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente del estado de Quintana Roo (2009).

Se tiene estimado que el proyecto generará un máximo de residuos sólidos urbanos de 547.2 kg/día, esto en el periodo de contratación total.

Ahora bien, durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, se prevé que los residuos sólidos, sean los siguientes:

**Tabla VII. 24** Residuos sólidos generados durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto.

| <b>Residuo</b>                       | <b>Descripción del Residuo</b>  | <b>Tipo</b>  | <b>Recipiente recomendado</b>                             |
|--------------------------------------|---|--------------|---|
| Residuos de consumo                  | Mezcla de residuos de oficina.  | Urbanos      | Contenedor de residuos urbanos con tapa                   |
| Residuos orgánicos                   | Residuos de parques, jardines. (Residuos biodegradables).                                   | Urbanos      | Contenedor de residuos urbanos con tapa                   |
| Residuos municipales                 | Mezcla de residuos municipales.   | Urbanos      | Contenedor de residuos estándar con tapa                  |
| Residuos asimilables o urbanos       | Residuos de origen industrial.  | Urbanos      | Contenedor de residuos estándar con tapa                  |
| <b>Residuos urbanos valorizables</b> |   |              |   |
| Madera                               | Madera que no contenga productos peligrosos.  | Valorizables | Apilamiento o contenedor con tapa                         |
| Vidrio                               | Envases de vidrio (botellas).   | Valorizable  | Contenedor específico para vidrio                         |
| Plásticos                            | Plásticos que no contengan productos peligrosos. Materiales plásticos tales como embalajes. | Valorizable  | Contenedor estanco abierto o bidón con cierre de ballesta |
| Materiales mezclados                 | Diversos materiales mezclados que puedan ser reutilizables.                                 | Valorizable  | Contenedor estanco abierto o bidón con cierre de ballesta |
| Cables                               | Cables sin sustancias peligrosas.   | Valorizable  | Contenedor estanco abierto                                |
| Papel                                | Papel de oficina, documentos no confidenciales.   | Valorizable  | Contenedor específico para papel                          |
| Papel y cartón                       | Papel y cartón no contaminados.   | Valorizable  | Contenedor específico para reciclaje de papel y cartón    |
| Mobiliario                           | Mobiliario y enseres obsoletos.   | Valorizable  | Contenedor de envases y mobiliario                        |

## Residuos de manejo especial

La LGPGIR se3ala que los residuos de manejo especial *son aquellos generados en los procesos productivos, que no re3unen las caracter3sticas para ser considerados como peligrosos o como residuos s3lidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos s3lidos urbanos*; por lo que particularmente para el proyecto, estos se refieren a los residuos de obra que se espera sean generados durante las etapas de preparaci3n del sitio y construcci3n del proyecto, mismos que se enlistan en la siguiente Tabla:

**Tabla VII. 25** Residuos de manejo especial.

| Etapa del Proyecto    | Tipo de residuo                   | Volumen estimado              |
|-----------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| Preparaci3n del sitio | Tierra org3nica de Despalme       | 2, 948.133 m <sup>3</sup> (a) |
|                       | Tierra de excavaci3n              | 31, 197.30 m <sup>3</sup> (b) |
|                       | Material vegetal                  | 100.36 m <sup>3</sup>         |
| Construcci3n          | Grava y arena                     | 232,090.22 m <sup>3</sup> (c) |
|                       | Pedacer3a de ladrillos y tabiques |                               |
|                       | Sacos de cemento                  |                               |
|                       | Sacos de yeso                     |                               |
|                       | Pedazos de herrer3a               |                               |
|                       | Escombros                         |                               |
|                       | Polines de madera                 |                               |
|                       | Tablas y desperdicios de madera   |                               |
|                       | Revoltura                         |                               |
| Concreto              |                                   |                               |

- (a) Considerando la superficie del total del pol3gono de CUSTF y la remoci3n de una capa de 15 cm de suelo.
- (b) Considerando la superficie del s3tano y su altura de 5 mts.
- (c) Considerando el factor de generaci3n de residuos de construcci3n de 0.068 m<sup>3</sup> por m<sup>3</sup> de obra nueva, seg3n el Diagn3stico B3sico de Residuos de la Construcci3n del Estado de M3xico, 2007.



---

Los desechos de disposici3n especial que sean generados en la obra, tales como madera, residuos electr3nicos, chatarra y producto de excavaci3n, ser3n almacenados temporalmente conforme establece la legislaci3n mexicana, retirados, transportados y depositados en lugares autorizados por gestores autorizados para cada uno de los tipos de residuos.

➤ **Envasado y almacenamiento**

Posterior a la identificaci3n de los diversos residuos que sean generados en las diferentes 3reas del proyecto, en sus diferentes etapas de desarrollo, se proceder3 al envasado de los residuos, en los recipientes adecuados para tal fin.

Para el manejo de los residuos generados como resultado del consumo de alimentos, se contar3 con contenedores debidamente rotulados para la separaci3n de los residuos org3nicos e inorg3nicos, considerando a estos de la siguiente manera:

- Org3nicos: Desechos de comida y de materias primas para la preparaci3n de la misma.
- Inorg3nicos: Vidrio, pl3stico, aluminio y cart3n.

Los contenedores contar3n con una tapa, a fin de evitar la emisi3n de malos olores y la presencia de fauna nociva (primordialmente roedores y moscas).



**Figura VII.19** Diferentes tipos de recipientes para residuos.

Las 3reas de almacenamiento de residuos deber3n tener las siguientes caracter3sticas:

- a)** Estar separadas de las 3reas de producci3n, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;
- b)** Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;
- c)** Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretilas de contenci3n o fosas de retenci3n para la captaci3n de los residuos en estado l3quido o de los lixiviados;
- d)** Cuando se almacenan residuos l3quidos, se deber3 contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retenci3n con capacidad para contener una quinta parte como m3nimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tama3o;
- e)** Contar con pasillos que permitan el tr3nsito de equipos mec3nicos, el3ctricos o manuales, as3 como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia;
- f)** Contar con sistemas de extinci3n de incendios y equipos de seguridad para atenci3n de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados;
- g)** Contar con se3alamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos almacenados; en lugares y formas visibles.

- h) El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las caracter3sticas de peligrosidad de los residuos, as3 como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios, y
- i) La altura m3xima de las estibas ser3 de tres tambores en forma vertical.

En el caso de los residuos no peligrosos, podr3n ser almacenados dentro del mismo almac3n temporal de residuos peligrosos con la estricta separaci3n y envasado, de tal manera que no haya mezcla de residuos peligrosos con los residuos no peligrosos.



Figura VII.20 Ilustraci3n de almac3n temporal de residuos peligrosos y no peligrosos.

El responsable asignado para la recolecci3n interna de residuos ser3 quien conduzca o traslade los residuos que sean generados en las diversas 3reas hacia el almac3n temporal deber3 contar con el equipo de protecci3n necesario como es overol o uniforme de trabajo, zapatos tipo industrial, guantes, cubrebocas, y en el caso de maneja residuos l3quidos deber3 de contar con lentes de protecci3n o careta que proteja en su totalidad la cara del personal operativo.



**Figura VII.21.** Ejemplo de equipo de protecci3n.

El responsable asignado para el control de entrada y salida de los residuos del almac3n temporal, llevar3 un registro mediante una bit3cora, en donde se manifieste la cantidad, tipo de residuos que sean generados, 3rea proveniente, peso en kg, o litros en el caso de residuos l3quidos. Lo anterior con objeto de evidenciar que todos los residuos que sean generados ser3n conducidos y almacenados temporalmente, hasta que sean entregados a la empresa recolectora contratada para la recolecci3n, transporte y disposici3n final de residuos.

En relaci3n al manejo interno de los residuos generados por el proyecto, se resume en los siguientes puntos:

- Minimizar la generaci3n de residuos y asegurar un manejo integral de los residuos durante todas las fases de desarrollo del proyecto.
- Establecer las instrucciones y requisitos para una correcta separaci3n, almacenamiento y eliminaci3n/entrega de los residuos generados en todas las etapas del proyecto.

La gesti3n de residuos se realizar3 conforme a las leyes ambientales locales aplicables. El proceso incluye las siguientes etapas que ser3n seguidas por el personal correspondiente.

- Separaci3n de residuos generados por tipo: con el objetivo de reciclar, tanto como sea posible, aquellos residuos susceptibles de ello, sin mezclar residuos no peligrosos y peligrosos. Se dispondr3n de contenedores espec3ficos para cada tipo de desecho.
- Embalaje, etiquetado y almacenamiento en contenedores: para evitar accidentes y mantener una pol3tica de lugar de trabajo seguro, adem3s de garantizar un 3ptimo manejo de los residuos generados.
- Registro de disposici3n del residuo: llevar un control de los residuos generados as3 como de los reciclados.
- Entrega de residuos a las empresas especializadas en su confinamiento y disposici3n, con lo que se asegura que se cumplan todas las normas en cuanto a disposici3n de residuos.

Se pretende enfocar el principio 3R: Reducir, Reutilizar y Reciclar.

La limitaci3n de la cantidad de material enviado para su eliminaci3n tiene un impacto positivo en medio ambiente y costos. Prevenir y minimizar la generaci3n de residuos, son la m3xima prioridad para el desarrollo del proyecto. La reutilizaci3n o reciclaje de los residuos es la segunda prioridad (es decir, reutilizaci3n de botellas de vidrio, embalajes, etc.). Por 3ltimo y despu3s de la minimizaci3n y reciclaje, la recuperaci3n de energ3a es preferible en lugar de disposici3n final.

---

## FASE EXTERNA

La fase externa del manejo de residuos comprende la recolecci3n propiamente externa, tratamiento y/o disposici3n final de los residuos.

### ***A. Recolecci3n externa y disposici3n final.***

La disposici3n final se realizar3 a trav3s del organismo descentralizado SIRESOL (Soluci3n Integral de Residuos S3lidos), que es el encargado de la recolecci3n, manejo integral y disposici3n final de residuos s3lidos urbanos del municipio de Benito Ju3rez, Quintana Roo.



**Figura VII.22** Recolecci3n externa de residuos s3lidos.

Las unidades recolectoras conducir3n tanto los residuos s3lidos urbanos, como residuos de manejo especial al sitio o sitios de disposici3n final debidamente autorizados por el municipio, o en su caso de reciclaje, ser3n trasladados a los centros de acopio para el caso de residuos que ser3n reciclados, o bien a las instalaciones donde se les dar3 un tratamiento espec3fico.



**Figura VII.23** Ejemplo de sitios de disposici3n final de residuos s3lidos



**Figura VII.24** Ejemplo de Centros de Acopio.

### VII.8.3.3. Indicadores de realizaci3n o cumplimiento

A continuaci3n se presentan los indicadores que ser3n empleados para evaluar la correcta aplicaci3n del PMIR y por tanto su eficiencia, asimismo, se indican cu3les ser3n las evidencias de cumplimiento que deber3n ser recabadas.

#### 1. Separaci3n de los residuos

- ✓ Indicador: Correcta separaci3n de los residuos, de acuerdo a las clasificaci3n descrita anteriormente.



- ✓ Evidencia de cumplimiento: Informe fotogr3fico y bit3cora de registro.

### 2. Limpieza de las 3reas

- ✓ Indicador: Ausencia total de Residuos.
- ✓ Evidencia de cumplimiento: Informe fotogr3fico.

### 3. Recolecci3n

- ✓ Indicador: Recolecci3n en las fechas programadas. En el caso de residuos peligrosos manifiestos de transporte recolecci3n. En el caso de residuos de manejo especial, recibos entregados por los transportistas.
- ✓ Evidencia de cumplimiento: Informe fotogr3fico, bit3cora de registro, manifiestos de entrega-recepci3n de los residuos.

### PERSONAL

Se recomienda que se designe a una persona como responsable del manejo de los residuos, incluyendo la fabricaci3n de composta.

### VII.8.3.4. Calendario de comprobaci3n

La generaci3n de residuos s3lidos ser3 todos los d3as durante las horas de jornada, durante la etapa constructiva u operativa del proyecto. Evidentemente, durante la etapa constructiva, se estima una mayor generaci3n de residuos s3lidos, que en la etapa operativa. Por lo que, el registro de comprobaci3n de manejo de residuos podr3 ser la bit3cora de registro del almac3n temporal y 3ste deber3 ser de forma diaria.



---

### **VII.8.3.5.Puntos de comprobación**

En particular para evidenciar un manejo adecuado de los residuos en la fase interna, el punto de comprobación será el Almacén Temporal de Residuos.

Otro punto de comprobación, es el manifiesto o documento de entrega-recepción por parte de la empresa contratada para la recolección de residuos, misma que será la responsable en transportar los residuos sólidos al sitio de disposición final autorizado por el municipio.

### **VII.8.3.6.Medidas de urgente aplicación**

Remediación del sitio, que y estará en función de lo que la autoridad ambiental determine conforme al daño ambiental ocasionado.

## **VII.8.4. SUBPROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS**

La LGPGIR establece que los residuos peligrosos *son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio.*

Los diferentes tipos de residuos peligrosos que se prevé que serán generados durante todas las etapas de desarrollo del proyecto serán identificados previamente, para después ser envasados, etiquetados y posteriormente almacenados temporalmente en contenedores de plástico o metálico según corresponda, en el sitio específicamente para

su almacenamiento temporal, con la finalidad de ser entregados peri3dicamente a una compa1a externa con autorizaci3n para su transporte, manejo y disposici3n final.

#### VII.8.4.1.Objetivos

Ofrecer una serie de acciones para tener un control y un manejo adecuado de los residuos peligrosos que genere el proyecto durante sus diferentes etapas.

#### VII.8.4.2.Estrategias (medidas espec3ficas)

##### FASE INTERNA

##### ➤ Identificaci3n de los residuos

Es importante se1alar que durante la ejecuci3n de las actividades para la realizaci3n de las diferentes obras del proyecto no se generar3n residuos peligrosos de forma regular, sin embargo, las actividades u operaciones relacionadas con mantenimiento incidental de equipo y maquinaria, transporte de combustible, pintura y acabados, y limpieza de construcciones o incidentes de derrames, pueden generar este tipo de residuos. En la siguiente tabla se presentan los residuos peligrosos que podr3an llegar a generar el proyecto.

**Tabla VII. 26** Residuos peligrosos.

| Etapa del proyecto                      | Residuos generado   |
|---|---------------------|
| Preparaci3n del sitio<br>y Construcci3n | Cartones con aceite |
|   | Envases y tambores  |
|   | Aceites             |

| Etapa del proyecto | Residuos generado            |
|--------------------|------------------------------|
|                    | Envases de pintura           |
|                    | Estopas y trapos impregnados |

Durante la etapa de operación y mantenimiento, una vez que el proyecto entre en funcionamiento, los residuos sólidos peligrosos que se contempla sean generados son los siguientes:

**Tabla VII. 27** Tipos de residuos sólidos peligrosos que se prevé sean generados durante la operación y mantenimiento del proyecto .

| Residuo                            | Descripción del Residuo  | Tipo de residuo | Recipiente recomendado                         |
|------------------------------------|--|-----------------|--|
| Tóner agotado                      | Residuos de tóner de impresión que contienen sustancias peligrosas   | Peligroso       | Contenedor específico para tóner               |
| Aceite usado                       | Aceites minerales no clorados de motor, de transmisión mecánica y lubricantes.   | Peligroso       | Bidón con cierre de ballesta                   |
| Envases vacíos contaminados        | Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas.  | Peligroso       | Bidón con cierre de ballesta                   |
| Absorbentes contaminados           | Absorbentes, materiales de filtración, (incluidos los filtros de aceites no especificados en otras categorías), trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas. | Peligroso       | Bidón con cierre de ballesta                   |
| Filtros contaminados               | Absorbentes, materiales de filtración, (incluidos los filtros de aceites no especificados en otras categorías), trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas. | Peligroso       | Bidón con cierre de ballesta                   |
| Anticongelante                     | Anticongelantes que contienen sustancias peligrosas.   | Peligroso       | Bidón con cierre de ballesta o envase original |
| Equipo electrónico y condensadores | Residuos de equipos eléctricos o electrónicos desechados que contienen restos de productos peligrosos distintos de PCB, CFC, HCFC, HFC, o amianto libre.                                       | Peligroso       | Bidón con cierre de ballesta o contenedor      |
| Baterías                           | Baterías de plomo  | Peligroso       | Bidón con cierre de ballesta                   |
| Pilas usadas                       | Pilas que contienen mercurio y baterías de móvil.  | Peligroso       | Contenedor específico para pilas               |
| Tierra                             | Tierra y piedras (incluidas las excavadas)   | Peligroso       | Bidón con cierre de                            |

| Residuo             | Descripci3n del Residuo                                      | Tipo de residuo | Recipiente recomendado         |
|---------------------|--|-----------------|--------------------------------|
| contaminada         | de zonas contaminadas) que contienen sustancias peligrosas.  |                 | ballestas o contenedor abierto |
| Tubos fluorescentes | Tubos fluorescentes y otros residuos que contienen mercurio. | Peligroso       | Bid3n con cierre de ballesta   |
| Madera contaminada  | Madera que contiene sustancias peligrosas.                   | Peligroso       | Contenedor estanco abierto     |
| Aerosoles           | Envases vac3os de aerosoles                                  | Peligroso       | Bid3n con cierre de ballesta   |
| Filtros de aceite   | Filtros de aceite met3licos.                                 | Peligroso       | Bid3n con cierre de ballesta   |

A cada tipo de residuo identificado se le dar3 un manejo y disposici3n final diferenciada, lo cual depender3 del tipo de residuo (solvente, aceite, estopa impregnada aceite y pintura) y su fuente generadora (mantenimiento a veh3culos, equipo y maquinaria, etc.).



**Figura VII.25** Identificaci3n, separaci3n y envasado de residuos peligrosos.

### ➤ **Envasado y almacenamiento**

Durante la etapa de construcci3n se deber3n destinar espacios exteriores o interiores para el adecuado almacenamiento temporal y seguro de los residuos peligrosos, previo a su entrega a empresas autorizadas para traslado y disposici3n final; asimismo estos sitios

---

cumplirán con las disposiciones de los artículos 14 al 17 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en esta materia.

Para disminuir los riesgos de derrames, en estos sitios todos los contenedores donde se almacenen temporalmente los residuos peligrosos deberán estar colocados sobre tarimas de madera o recipientes contenedores.

Para el ingreso al almacén de los residuos peligrosos, independientemente del estado físico, se deberá asegurar que se reciba con las hojas técnicas correspondientes perfectamente envasado y etiquetado con el rombo de grado de riesgo a la salud, para su registro y control en una bitácora (nombre del material, peso total y fuente de origen).

Para el almacenamiento temporal de sustancias peligrosas en exteriores durante procesos constructivos, a continuación se ejemplifican las especificaciones a cumplir para el sitio de almacenamiento temporal correspondiente, las cuales son las siguientes:

- ✓ Contar con canal o fosa de contención, malla o muros y techos donde sea requerido.
- ✓ Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos que ahí se almacenan en lugares y formas visibles, así como extintores en buenas condiciones.
- ✓ Estar separado de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de productos o materias primas.
- ✓ Estar ubicado en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones.

El almacenamiento máximo de los residuos peligrosos será de seis meses a partir de su generación, por tal motivo la frecuencia de recolección estará en función de lo antes citado, así como de la cantidad generada a fin de que sea económicamente factible su recolección por una empresa debidamente autorizada por la autoridad.



**Figura VII.26** Almacén temporal de residuos peligrosos.

**a) Acciones a considerar en el manejo de residuos peligrosos:**

En lo referente al manejo y control de grasas, aceites, combustibles e hidrocarburos utilizados en la maquinaria pesada, así como en camiones de volteo; estas actividades se realizarán en talleres autorizados en el municipio de Benito Juárez, por lo cual este tipo de materiales no serán manejados en el terreno del proyecto.

En caso de derrame accidental de aceite o algún otro tipo de combustible se procederá a contenerlo con material de la región, para posteriormente ser almacenado en un contenedor con tapa y ser trasladado al sitio que indique la autoridad competente.

Para el manejo y disposición final de residuos peligrosos se contratará una empresa debidamente autorizada y acreditada para tal fin.

---

***Minimizar el uso de productos peligrosos y almacenamiento seguro para reducir riesgos.***

- ✓ Para reducir el tiempo de almacenamiento, revisar rutinariamente la fecha de los materiales para evitar que caduquen en almac3n y desechar el excedente de materiales cada 6 meses.
- ✓ Evitar el m3ximo el uso de productos corrosivos, reactivos, t3xicos o inflamables. El uso de estos materiales puede generar residuos peligrosos.
- ✓ No almacenar grandes cantidades de materiales peligrosos. Comprarlos en cantidades que se usen r3pidamente.

***Dise1nar y colocar letreros relacionados al manejo de desechos.***

- ✓ Colocar letreros en sitios estrat3gicos que indiquen el sitio de colecta de desechos m3s cercana.
- ✓ Marcar los contenedores de reciclaje indicando claramente qu3 deben contener, utilizando un c3digo de colores o alg3n sistema de f3cil identificaci3n.
- ✓ Indicar que los contenedores de residuos peligrosos 3nicamente los maneja el personal autorizado.

Fomentar el intercambio de excedentes de pintura, thinner, barnices, etc., entre usuarios. Para facilitar este tipo de actividad, tener un pizarr3n en el que las personas puedan poner sus anuncios de material que requieren o que les sobra.

En esta fase de manejo de residuos se ven involucradas empresas prestadoras de servicio para su recolecci3n, traslado y disposici3n final de residuos.

---

## FASE EXTERNA

La fase externa del manejo de residuos comprende la recolecci3n propiamente externa y disposici3n final de los residuos.

### A. Recolecci3n externa y transporte

Una vez que los residuos peligrosos sean envasados y almacenados temporalmente dentro de las instalaciones del proyecto, tal como se especifica en la legislaci3n y normatividad en materia ambiental, posteriormente la empresa prestadora de servicio debidamente acreditada, recolectar3 y transportar3 los residuos peligrosos en veh3culos autorizados para su tratamiento o en su caso para el confinamiento de los residuos peligrosos.

En la recolecci3n externa de los residuos peligrosos se deber3 verificar lo siguiente:

- ✓ Los residuos deber3n estar debidamente etiquetados y envasados.
- ✓ Contar con un Plan de contingencias.
- ✓ Contar con el personal debidamente capacitado para la recolecci3n y transporte de residuos.
- ✓ Generar el manifiesto de generador de residuos peligrosos indicando el volumen de residuos que ser3n recolectados.
- ✓ Observar las caracter3sticas de incompatibilidad de los residuos peligrosos para ser transportados.





**Figura VII.27** Recolecci3n externa de residuos peligrosos.



**Figura VII.28** Transporte de residuos peligrosos

## **B. Tratamiento y/o disposici3n final (confinamiento).**

El tratamiento de los residuos peligrosos podr3 ser por medios f3sicos, qu3micos y biol3gicos, el cual est3 orientado a neutralizarlos, estabilizarlos y/o a reducir su volumen y peligrosidad, lo cual no est3 exento de la posibilidad de que se liberen al aire y se descarguen al agua, contaminantes o se generen nuevos tipos de residuos.

La disposici3n final de los residuos peligrosos se plantea las siguientes alternativas:

- ✓ Confinamiento controlado.

- ✓ Confinamiento en formaciones geol3gicamente estables.



Figura VII.29 Ejemplo de confinamiento controlado.

#### VII.8.4.3. Indicadores de cumplimiento del programa

- ✓ Medidas previstas para el manejo y disposici3n temporal de residuos peligrosos.
- ✓ Relaci3n y estimaci3n del volumen de residuos peligrosos generados.
- ✓ Registro del retiro del sitio del proyecto y disposici3n final de los residuos peligrosos, por empresas o instituciones autorizadas.

#### VII.8.4.4. Calendario de comprobaci3n

De las estrategias establecidas como son el envasado y almacenamiento temporal de los residuos peligrosos, el per3odo de comprobaci3n para definir un manejo adecuado de los residuos, deber3 ser quincenal o mensual. Es decir la frecuencia de generaci3n de residuos peligrosos ser3 mucho menor en comparaci3n con la frecuencia de generaci3n de residuos no peligrosos, ya sea en la etapa constructiva u operativa del proyecto. Por lo que, el registro de comprobaci3n de un manejo adecuado de residuos peligrosos podr3 ser la

---

bit3cora de registro del almac3n temporal y 3ste deber3 ser de forma quincenal o mensual.

#### **VII.8.4.5.Puntos de comprobaci3n**

Para evidenciar un manejo adecuado de los residuos peligrosos durante la fase interna, el punto de comprobaci3n es el Almac3n Temporal de Residuos. En dicho sitio se podr3n visualizar el envasado y etiquetado de residuos peligrosos.

El personal asignado como responsable de almac3n temporal deber3 llevar a cabo un registro y control de la entrada y salida de los residuos peligrosos mediante una bit3cora, cuyo registro deber3 contener m3nimo, fecha de ingreso al almac3n, tipo de residuos, cantidad y 3rea generadora.

Otro punto de comprobaci3n ser3 el manifiesto de entrega-recepci3n de los residuos peligrosos a la empresa especialista, debidamente acreditada y contratada para la recolecci3n, tratamiento y/o confinamiento de los residuos peligrosos.

#### **VII.8.4.6.Medidas de urgente aplicaci3n**

El Art. 148 del Reglamento de la LGPGIR hace menci3n de las acciones que deben de acatarse durante la aplicaci3n de las medidas de urgencia inmediatamente despu3s de ocurrida la emergencia, y en los criterios que deber3n acatarse durante la ejecuci3n de la remediaci3n (Art 149 del mismo Reglamento). El art3culo 149 da una orientaci3n espec3fica a la calidad de servicios que deber3n prestarse durante la remediaci3n de sitios contaminados.

---

Ahora bien, es importante hacer notar que el art3culo 85 del Reglamento de la Ley en comento, se establece que quienes presten servicios de recolecci3n y transporte de residuos peligrosos deben cumplir entre otros con lo siguiente:

*II. Contar con un plan de contingencias y el equipo necesario para atender cualquier emergencia ocasionada por fugas, derrames o accidentes.*

Por lo anterior, la empresa involucrada en el transporte de residuos peligrosos incorporar3n en sus programas de prevenci3n y respuesta a accidentes lo que proceda para determinar las caracter3sticas de la contaminaci3n provocada en cada caso y sitio, as3 como las medidas para contener y limpiar el derrame, fuga o vertimiento accidental de los mismos. Cabe se3alar que, el promovente por su parte se compromete a vigilar el manejo y atender las emergencias que ocurran durante los procesos mismos del desarrollo del proyecto, una vez que los residuos sean entregados a la empresa dedicada a la recolecci3n y transporte, cualquier emergencia deber3 de ser atendida por la empresa correspondiente.

En caso de generarse durante el desarrollo del proyecto una emergencia por alg3n derrame accidental, se llevar3n a cabo acciones de remediaci3n de sitios contaminados. Estas acciones de remediaci3n son acciones para eliminar o reducir los contaminantes hasta un nivel seguro para la salud y el ambiente o prevenir su dispersi3n sin modificarlos.

El indicador que permitir3 identificar si se han logrado la remediaci3n del sitio hasta alcanzar los niveles de limpieza previstos en las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.

Cabe se3alar que las acciones de remediaci3n del suelo, ser3 llevado a cabo alg3n prestador de servicios de tratamientos de suelos contaminados autorizados.

---

### ***Acciones ante emergencias***

En caso de ocurrir algún derrame, filtraciones, descargas o vertidos accidentales de materiales peligrosos y que no sean mayores a un m<sup>3</sup>, las acciones que se realizará serán las siguientes:

- Minimizar o limitar su dispersión
- Retirar el material o residuos
- Realizar la limpieza del sitio
- Anotar el incidente en sus bitácoras

En caso de que ocurra un derrame, infiltración, descarga o vertimiento de materiales o residuos peligrosos que excedan un volumen de suelo contaminado de un m<sup>3</sup>, se realizarán las siguientes acciones:

- Contener los materiales o residuos liberados, minimizar o limitar su dispersión, retirarlos y realizar la limpieza del sitio.
- Avisar de inmediato a la PROFEPA y a las autoridades competentes que ocurrió el accidente.
- Ejecutar las medidas de seguridad que les hubieren impuesto las autoridades.
- Iniciar trabajos de caracterización del sitio contaminado y realizar las acciones de remediación correspondientes.

Ahora bien, en caso de una emergencia ambiental, lo que estará prohibido será lo siguiente:

- El lavado de suelos en el sitio por medio de dispositivos hidráulicos sin dispositivos de control, almacenamiento y tratamiento de los lixiviados y corrientes de agua generadas.
- La mezcla de suelos contaminados con suelos no contaminados con propósitos de dilución.

- 
- La extracci3n o remoci3n de suelos contaminados y residuos peligrosos contenidos en ellos sin un control de la emisi3n de polvos.
  - La aplicaci3n en el sitio de oxidantes qu3micos.

Finalmente, se llevar3 a cabo una bit3cora donde se lleve un control de sucesos de emergencia y de los proceso de remediaci3n aplicados. El formato de la bit3cora se ajustar3 seg3n el Reglamento de la LGPGIR.

### **VII.8.5. SUBPROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS L3QUIDOS**

El presente programa atiende el manejo de las aguas residuales generadas durante la construcci3n, operaci3n y mantenimiento del proyecto, para minimizar el impacto por la generaci3n de los mismos.

#### **VII.8.5.1.Objetivos**

Los objetivos que contempla la implementaci3n de este Subprograma son los siguientes:

- ✓ Identificar y utilizar la mejor infraestructura sanitaria disponible para el manejo de aguas residuales.
- ✓ Reducir las fuentes generadoras de aguas residuales durante cada una de las etapas del proyecto.
- ✓ Establecer acciones para el manejo adecuado de los residuos l3quidos que genere el proyecto.

### VII.8.5.2.Estrategias (medidas espec3ficas)

#### Etapa de preparaci3n del sitio y construcci3n

Durante la etapa de preparaci3n del sitio y construcci3n se generar3n aguas residuales, por lo que se emplear3n sanitarios port3tiles los cuales estar3n contratados mediante una empresa especializada y debidamente autorizada que se encargar3 de darles la limpieza y el mantenimiento correspondiente, al menos cada tercer d3a; as3 mismo se encargar3 del manejo y traslado de los desechos org3nicos generados.



**Figura VII.30** Sanitarios port3tiles para el control de residuos l3quidos de tipo sanitario.

Se colocar3n suficientes sanitarios port3tiles a raz3n de una por cada 15 trabajadores, las cuales deber3n ser colocadas a una distancia no mayor de 50 metros una de la otra.

Para el cumplimiento de los objetivos anteriormente planteados se considera la ejecuci3n de supervisi3n para que los trabajadores hagan uso de los sanitarios port3tiles ubicados dentro del predio, y la supervisi3n durante la fase de operaci3n para que los residuos

---

l3quidos de los sanitarios y los servicios de contenci3n sean retirados de manera oportuna. De tal forma que esta infraestructura implementada ser3 de forma temporal.

### **Etapas de operaci3n y mantenimiento**

Durante la etapa de operaci3n y mantenimiento del proyecto, las aguas residuales que se generen ser3n provenientes de las 3reas de restaurantes, sanitarios, as3 como de las habitaciones del hotel, cuyas caracter3sticas ser3n de tipo dom3stico, para lo cual se contempla que su manejo ser3 conducido hacia la red de drenaje contemplado en el proyecto, para que posteriormente sean conducidos a la planta de tratamiento municipal operada por FONATUR.

Adicionalmente, el proyecto no pretende llevar a cabo el vertimiento de aguas residuales a cuerpos de agua, ni a la zona marina, de tal forma que todos los elementos que integran el proyecto se conectar3n a la red de drenaje principal mediante gravedad o bombeo. Y finalmente el agua residual ser3 descargada a la planta de tratamiento la cual es operada por FONATUR.

#### **Reglamentaci3n en los servicios de Restaurantes**

La reglamentaci3n para los futuros locatarios se ajustar3 en los requisitos de operaci3n de Restaurantes de la "CANIRAC" (C3mara Nacional de la Industria de Restaurantes y Alimentos Condimentados). Entre las reglas para los residuos tanto s3lidos, l3quidos y especiales se mencionan los siguientes:

- ✓ El retiro de la basura ser3 obligaci3n de cada locatario, y el inmueble contar3 con el espacio necesario para almacenar la basura de un d3a de trabajo.
- ✓ La disposici3n de aceite y grasas producto de desecho de la cocina se entregaran al cam3n recolector para su disposici3n adecuada, y mediante factura deber3



---

comprobar a la autoridad o "Contratante". Por ning3n motivo se verter3n residuos al mar de ning3n tipo.

- ✓ Se instalar3 una trampa de grasas en cada cocina.

El cumplimiento del reglamento para el manejo de residuos provenientes de los restaurantes ser3 supervisado por el encargado del presente programa.

### **VII.8.5.3.Indicadores de cumplimiento del programa**

Se evaluar3n diariamente:

- ✓ Las acciones establecidas para reducir fuentes de residuos l3quidos.
- ✓ Las acciones para prevenir accidentes de contaminaci3n en la zona por residuos l3quidos o por su mala disposici3n de los mismos.
- ✓ Las acciones previstas para el manejo y disposici3n final de los residuos l3quidos que se generen.
- ✓ La relaci3n y estimaci3n del volumen de residuos l3quidos generados.

### **VII.8.5.4.Calendario de comprobaci3n**

La verificaci3n o comprobaci3n de las medidas establecidas ser3 de manera diaria. Con la finalidad de verificar que est3n funcionando y operando adecuadamente tanto los sanitarios port3tiles, as3 como el manejo de los residuos provenientes de las cocinas y su disposici3n final.

---


### **VII.8.5.5.Puntos de comprobaci3n**

Para asegurar el cumplimiento de los lineamientos de estos procedimientos, se efectuar3n de manera peri3dica recorridos de verificaci3n, y en caso de encontrar 3reas de oportunidad, se documentaran los hallazgos en el formato correspondiente, con la finalidad de que se tomen las medidas correctivas y preventivas respectivas para evitar su ocurrencia, al cual se le dar3 seguimiento hasta garantizar que los hallazgos fueron atendidos en forma.

En las siguientes tablas se muestra un ejemplo de formato y que sirve de base para llevar a cabo la supervisi3n de los residuos l3quidos generados en la construcci3n, para los residuos de tambores, as3 como en las 3reas de generaci3n de residuos (ver las siguientes tablas).

Documento T3cnico Unificado (DTU) Modalidad B Regional del proyecto  
"Hotel Riviera Canc3n"

**Tabla VII. 28** Inspecciones de orden y limpieza en los sitios de recolecci3n de residuos.

|                       | INSPECCIONES DE ORDEN Y LIMPIEZA EN LOS SITIOS DE RECOLECCI3N DE RESIDUOS. |    | FECHA                                      |                          |     |
|--|--|----|--|--------------------------|-----|
|  | CLAVE : CIAAR 4.4.6-01   |    | DIA  | MES                      | AÑO |
| ÁREA DE GENERACI3N:  |  |    | HOJA No. ___ DE ___                        |                          |     |
| SUPTCIA. RESPONSABLE:  |  |    |  |                          |     |
| RESIDUOS EN TAMBORES   |  |    |  |                          |     |
| CRITERIO A CUMPLIR   | SI   | NO | DESCRIPCION DE LA CAUSA DEL INCUMPLIMIENTO | ACCION CORRECTIVA TOMADA |     |
| 1. Áreas de recolecci3n de residuos limpias.   |  |    |  |                          |     |
| 2. Áreas de recolecci3n de residuos ordenadas.   |  |    |  |                          |     |
| 3. Cada sitio de recolecci3n cuenta con cartel de identificaci3n para el tipo de residuo a recolectar. |  |    |  |                          |     |
| 4. Se cumple con el c3digo de colores establecido para los tambores de recolecci3n.                    |  |    |  |                          |     |
| 5. El tipo de tambor de recolecci3n es de acuerdo a lo indicado en el cartel respectivo.               |  |    |  |                          |     |

**Tabla VII. 29.** Inspecci3n y vigilancia del manejo de residuos l3quidos en las 3reas de generaci3n.

| CRITERIO A CUMPLIR  | SI | NO | DESCRIPCION DE LA CAUSA DEL INCUMPLIMIENTO | ACCION CORRECTIVA TOMADA |
|---|----|----|--|--------------------------|
| 1. 3reas de recolecci3n de residuos limpias                       |    |    |  |                          |
| 2. 3reas de recolecci3n de residuos ordenadas.                    |    |    |  |                          |
| 3. Hay residuos peligrosos mezclados.                             |    |    |  |                          |
| 4. Existe cartel de identificaci3n para cada sitio de recolecci3n |    |    |  |                          |
| COMENTARIOS:  |    |    |  |                          |
| REALIZ3:  |    |    | AUTORIZ3:                                  |                          |
| NOMBRE Y FIRMA  |    |    | NOMBRE Y FIRMA                             |                          |

### VII.8.5.6. Medidas de urgente aplicaci3n

Durante la etapa de preparaci3n del sitio y construcci3n, la empresa responsable contratada para la instalaci3n y operaci3n adecuada de los sanitarios port3tiles, contar3 con un Plan de emergencia para la limpieza y desinfecci3n, as3 como el retiro de los residuos en el caso de alg3n accidente o derrame inesperado de residuos l3quidos, toda vez que ser3 contratada para la colecta, tratamiento y disposici3n final de residuos l3quidos a fin de prevenir la contaminaci3n al medio ambiente. En el caso del resto de los residuos l3quidos generados durante la construcci3n, operaci3n y mantenimiento, tal y como se se3al3 en los p3rrafos anteriores, los residuos ser3n descargados a la red de alcantarillado para su posterior manejo en la planta de tratamiento del municipio. Sin

---

embargo, en caso de cualquier contingencia el promovente del proyecto contar3 con el personal especializado para la contenci3n y manejo de los residuos l3quidos.

## **VII.9. PROGRAMA DE MONITOREO DE AGUA SUBTERR3NEA**

Tal y como se se3al3 en el cap3tulo II del presente DTU, ser3 durante la etapa de operaci3n cuando se requerir3 de mayor cantidad de agua potable, raz3n por la cual se llevar3 a cabo el aprovechamiento de agua salobre y ser3 tratada mediante una planta desalinizadora, y con ello ser3 posible la potabilizaci3n del agua para consumo humano. La descarga de la salmuera ser3 dentro de la capa de agua salina, por lo que no se espera la contaminaci3n o un cambio en la calidad de agua en las capas de mezcla salobre y dulce del acuífero.

El impacto asociado a la extracci3n del agua durante la operaci3n del proyecto, as3 como a un mal manejo de los residuos generados por la planta desalinizadora durante su inyecci3n al acuífero podr3 generar alteraciones en este 3ltimo. En este sentido, el presente programa llevar3 a cabo el monitoreo constante del acuífero, con la finalidad de garantizar que los procesos de extracci3n de agua salobre y de inyecci3n de salmuera no cambien la hidrodin3mica del acuífero.

Por otro lado, con la finalidad de dar seguridad a la estructura del proyecto y contemplando que el proyecto reducir3 la superficie de recarga al acuífero, se tiene contemplado la instalaci3n de 5 pozos de inyecci3n de agua pluvial. Dentro de las mayores fortalezas de la instalaci3n de estos pozos de inyecci3n de agua pluvial, ser3 la recaptaci3n del agua pluvial que caen sobre las cubiertas de las diferentes instalaciones ser3n incorporados al subsuelo, garantizando con ello la recarga artificial a la capa de agua dulce del acuífero.

### **VII.9.1. Objetivos**

El Programa de Monitoreo de Agua Subterr3nea tiene como objetivo monitorear de forma constante al ac3ifero, con la finalidad de garantizar que los procesos de extracci3n de agua salobre y de inyecci3n de salmuera no cambien la hidrodin3mica del ac3ifero, teniendo as3 los elementos de juicio y herramientas para actuar en t3rminos preventivos y de mitigaci3n.

### **VII.9.2. Impactos que ser3n atendidos por el programa**

- Contaminaci3n del agua subterr3nea por inadecuado manejo de residuos (descarga de salmuera, derrame de aceites o hidrocarburos y otros residuos).
- Disminuci3n de la disponibilidad de agua subterr3nea por la extracci3n de agua.

### **VII.9.3. Estrategias (medidas espec3ficas)**

Previo a la etapa de inicio de obras y actividades, y con la finalidad de conocer las condiciones actuales del ac3ifero en t3rminos de calidad del agua, se realizar3 un primer monitoreo de la calidad del agua del pozo de monitoreo.

El primer monitoreo representar3 la l3nea base de las condiciones de la calidad y volumen de agua que presenta el ac3ifero. Los posteriores monitoreos comparar3n y valorar3n alg3n posible cambio en la calidad del agua y el volumen con base al primer monitoreo.

---

#### **VII.9.4. Sitios de monitoreo**

De manera previa se han seleccionado los pozos de monitoreo existentes en el predio del proyecto, cuya viabilidad est3 en funci3n de su:

- a) Accesibilidad al pozo
- b) Seguridad del pozo

Durante el estudio geohidrol3gico se estableci3 una red de monitoreo de pozos piezom3tricos y de calidad del agua subterr3nea. Durante la construcci3n y la ejecuci3n del proyecto se realizar3n mediciones permanentes en este mismo sistema de monitoreo para determinar las variaciones de la calidad del agua subterr3nea en diferentes partes del ac3ifero, as3 como las variaciones en el nivel del ac3ifero por las extracciones.

El monitoreo consistir3 en medir:

- ✚ Vol3menes de extracci3n de agua salobre.
- ✚ Monitorear los vol3menes y las concentraciones de salmuera que ser3n vertidas a la capa de agua salina, mediante los dos pozos de rechazo.
- ✚ Monitorear la calidad del agua pluvial que ser3 inyectada a los 4 pozos pluviales

#### **Indicadores y m3todos a utilizar en el monitoreo de calidad de agua**

El monitoreo en los pozos de agua ser3 llevado a cabo conforme lo estipula la **NOM-015-CONAGUA-2007**.

Esta norma proporciona los par3metros que debe de cumplir el agua que ser3 inyectada.

**Tabla VII. 30** L3mites establecidos seg3n la **NOM-015-CONAGUA-2007**.

| CONTAMINANTE                | UNIDAD DE MEDIDA | L3MITE        | M3TODO DE PRUEBA     | M3TODO DE MUESTREO |
|-----------------------------|------------------|---------------|----------------------|--------------------|
| Grasas y Aceites            | Mg/L             | 15            | NMX-AA-005-SCFI-2000 | NMX-AA-003-1980    |
| Materia Flotante            | Unidad           | 0             | NMX-AA-006-SCFI-2000 |                    |
| S3lidos Sedimentables       | Mg/L             | 2             | NMX-AA-004-SCFI-2000 |                    |
| S3lidos Suspendidos Totales | Mg/L             | 150           | NMX-AA-034-SCFI-2000 |                    |
| Nitr3geno Total             | Mg/L             | 40            | NMX-AA-026-SCFI-2000 |                    |
| F3sforo Total               | Mg/L             | 20            | NMX-AA-029-SCFI-2000 |                    |
| Coliformes Fecales          | NMP/100 ml       | No detectable | NMX-AA-042-1987      |                    |

De forma adicional, tambi3n ser3n medibles los siguientes par3metros insitu:

- Salinidad
- pH
- Temperatura
- S3lidos suspendidos totales

**La frecuencia del muestreo para las aguas subterr3neas ser3 la siguiente:**

Tanto los par3metros de campo como los par3metros de laboratorio, ser3n monitoreados de forma bimestral.

- Par3metros de campo: salinidad, pH, temperatura y s3lidos suspendidos totales
- Par3metros de laboratorio: el resto de los par3metros.



---

## VII.10. PROGRAMA DE COMPENSACI3N EN BENEFICIO DE LOS HUMEDALES

### VII.10.1. Antecedentes

Como ya fue mencionado, en el capitulo IV del presente DTU, el proyecto se localiza a menos de 100 m de distancia del manglar, sin embargo este ecosistema no ser3 afectado. No obstante, en cumplimiento al numeral 4.43 de la **NOM-022-SEMARNAT-2003** cuya vinculaci3n se encuentra en el capitulo III, se desarrolla el presente programa cuyo objetivo es la compensaci3n en beneficio de los humedales.

Como medida de compensaci3n en beneficio de los humedales se llevar3 a cabo la reforestaci3n de especies de manglar dentro del ANP "3rea de Protecci3n de Flora y Fauna Manglares de Nichupt3", espec3ficamente en los sitios donde se requieran acciones de restauraci3n.

Cabe aclarar que el promovente del proyecto realizar3 las gestiones necesarias ante la Comisi3n Nacional de 3reas Naturales Protegidas (CONANP), para que con su coordinaci3n se determinen los sitios apropiados y las acciones necesarias para llevar a cabo la medida compensatoria en beneficio de los humedales. Por lo que una vez concluidas las gestiones se informar3 a la autoridad ambiental.

---

## VII.10.2. Objetivos

Mejorar las condiciones del sistema de humedales dentro del ANP "3rea de Protecci3n de Flora y Fauna Manglares de Nichupt3", con la finalidad de aumentar, mejorar o recuperar los servicios y bienes ambientales que ofrece dicho ecosistema.

## VII.10.3. Estrategias (medidas espec3ficas)

El promovente del proyecto en acuerdo con los responsables del manejo y administraci3n del ANP 3rea de Protecci3n de Flora y Fauna Manglares de Nichupt3", coadyuvar3 y se sumar3 a lograr parte de los objetivos propuestos en el Plan de Manejo del 3rea de Protecci3n de Flora y Fauna Manglares de Nichupt3.

El Programa de Manejo del 3rea de Protecci3n de Flora y Fauna Manglares de Nichupt3, establece tres subprogramas. Se prev3 que el proyecto se sumar3 a una parte de los esfuerzos planteados en el subprograma de Restauraci3n en el cual se establecen acciones espec3ficas para el componente de reforestaci3n y restauraci3n de ecosistemas.

En la actualidad algunas instituciones est3n realizando actividades de restauraci3n con especies de mangle en los pol3gonos 1 y 9 del ANP "3rea de Protecci3n de Flora y Fauna Manglares de Nichupt3", sin embargo el programa de manejo estipula la necesidad de ampliar las acciones de restauraci3n hacia otros sitios dentro del ANP que han sido sujetas a afectaciones antr3picas y naturales. En este mismo sentido, el promovente del proyecto en compensaci3n en beneficio de los humedales realizar3 acciones de reforestaci3n de especies de manglar, lo que permitir3 sumarse a metas esperadas del programa de manejo del ANP:

- *Rehabilitar los sitios de manglar impactados con pl3ntulas y/o semillas de especies nativas.*

---

Lo anterior, representa una justificaci3n del proyecto por la cual se llevar3 a cabo la reforestaci3n como una medida compensatoria en beneficio de los humedales.

A continuaci3n se describe el procedimiento que se llevar3 a cabo para la reforestaci3n del ANP mediante especies de manglar.

### **T3cnicas utilizadas**

Para este programa se utilizar3 la reforestaci3n con planta de vivero (opci3n m3s conocida y viable para grandes superficies), en conjunto con el m3todo del encajonamiento que es una t3cnica para proteger las pl3ntulas de la corriente y las inundaciones: consiste en plantar dentro de un tubo de PVC.

Adem3s existen otras t3cnicas que se pueden llegar a utilizar, lo cual depender3 de las condiciones del sitio. Estas se describen a continuaci3n.

**Siembra directa** (s3lo para mangle rojo). Sembrar los hipoc3tilos de mangle rojo, uno por uno, directamente en el sitio. Es la t3cnica m3s f3cil y econ3mica. Sin embargo, tiene muchos riesgos para sitios donde hay influencia de corrientes, paso de gente o ganado y cambios dr3sticos del nivel de inundaci3n debido a que se pueden ahogar o secar. Normalmente se recomienda realizar resiembras en intervalos de 10 a 15 d3as para reponer los prop3gulos que mueran y conservar la densidad programada.

**Dispersi3n de semillas** (para mangle blanco). Implica dispersar las semillas en el sitio a reforestar. Es apto para lugares sin influencia de corrientes, humedad suficiente y sin presencia de ganado.

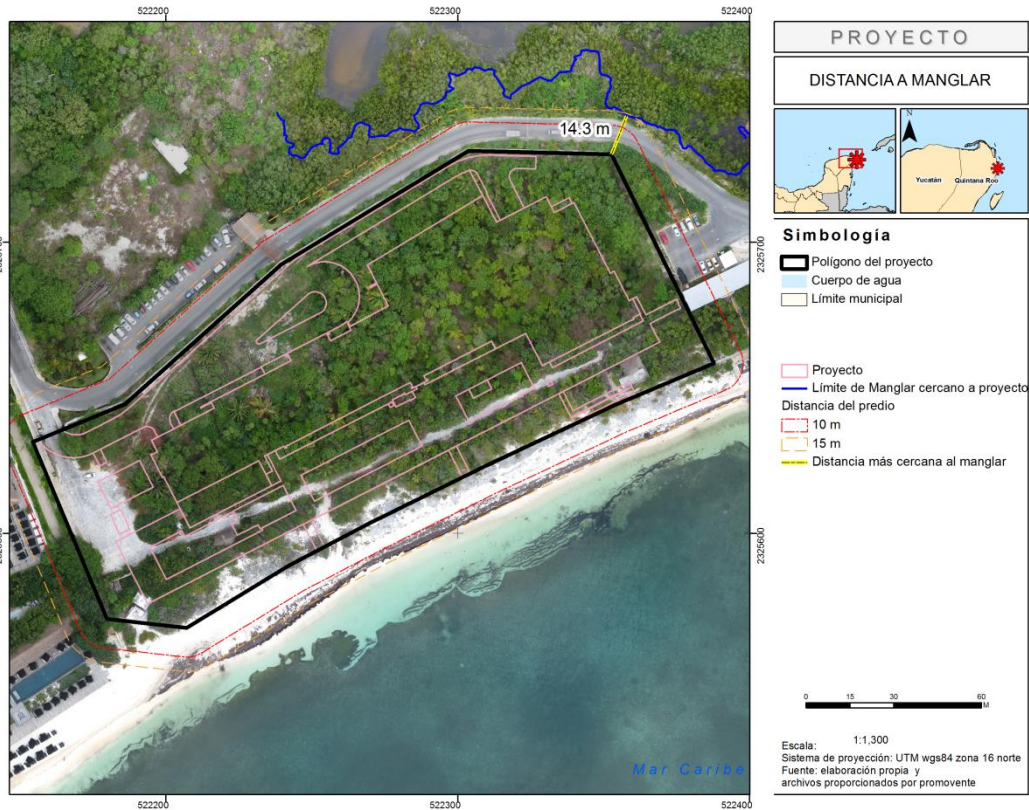
---

**Estacado** (mangle blanco). Para ahorrar tiempo y dinero se pueden cortar estacas de ramas maduras y sembrarlas directamente en el lugar. No es viable para grandes superficies.

**Trasplante** (aplica para todas las especies de mangle). Es una opci3n trasplantar las pl3ntulas que nacen por miles en las bocabarras y orillas de las lagunas una vez que concluyen las lluvias. La mayor3a muere en la 3poca de secas o se ahoga en la pr3xima temporada de lluvias. Se pueden poner en vivero hasta que alcancen buen tama1o y entonces ponerlas donde se requiera.

### **Selecci3n del sitio**

Cabe se1alar que, de acuerdo con CONABIO, a nivel del SAR, la vegetaci3n de manglar m3s cercana al proyecto se localiza a una distancia de 14.3 metros aproximadamente (ver la siguiente figura), sin embargo el manglar muestra cierto estado de perturbaci3n, considerando este sitio 3ptimo y que cumple con las condiciones para desarrollar actividades de restauraci3n, como una medida de compensaci3n en beneficio de los humedales.



**Figura VII.31** Distancia del proyecto con respecto a la vegetaci3n de manglar. Fuente: CONABIO (2010).

Para la selecci3n del sitio es muy importante conocer las partes bajas y altas del terreno y las pendientes, esto determinar3 las 3reas que se inundan o quedan secas. Algunas especies de manglar requieren inundaci3n frecuente, hay sitios que se secan por completo durante varios meses y eso puede afectar en el desarrollo de las plantas. Hay que conocer el nivel m3ximo y m3nimo de las mareas y corrientes. Y en funci3n de esto es posible que deba usarse una t3cnica especial de plantado.

---

## Selecci3n de especies

A escala del SAR fue posible identificar la presencia de las 4 especies de manglar, sin embargo la elecci3n de los tipos de mangle que ser3n reforestados depender3 de las especies disponibles, as3 como de las condiciones espec3ficas del 3rea a reforestar, y sobre todo de lo que establezca la Comisi3n Nacional de 3reas Naturales Protegidas.

Se adquirir3n plantas de vivero con altura superior a 30 cm (3 meses de edad) o con una altura que rebase suficientemente los niveles m3ximos de inundaci3n en la zona.

## Preparaci3n del terreno

Se acondicionar3n los sitios seleccionados para reforestar mediante el chapeo, retiro de basura y restos de 3rboles secos.

Algunos de los sitios con vegetaci3n de manglar perturbado se encuentran asociados a pastos forrajeros, 3stos 3ltimos ser3n eliminados, ya que tiene un efecto negativo en el crecimiento de plantas. No obstante en caso de no contar con recursos para cubrir la mano de obra para limpiar el 3rea, la plantaci3n se realizar3 directamente sin eliminar el pasto, tomando en cuenta, que en este 3ltimo caso, el crecimiento ser3 menor y m3s lento, en ambos casos se garantizar3 la sobrevivencia de las plantas. La erradicaci3n de los pastos puede ser a largo plazo, cuando las plantas de manglar se establezcan y se desarrollen formando un dosel que genere mayor sombra en el sitio evitando el desarrollo incontrolado de los pastos.

---

## Transporte

Este debe realizarse con mucho cuidado, para disminuir el estr3s de la planta y evitar que se maltrate, como se muestra en la siguiente imagen.



**Figura VII.32** Transporte de las plantas.

## Plantaci3n

Antes de ser plantado, el mangle tiene que pasar por un tiempo de aclimataci3n de temperatura y de agua, para evitar el estr3s; es suficiente con que la planta permanezca de dos a tres d3as cerca del sitio a reforestar. La plantaci3n se har3 en un dise1o de marco real con espaciamientos de 2x2 m.





**Figura VII.33** Espaciamientos entre los ejemplares plantados, imagen de referencia.

La plantaci3n como se ha venido mencionando se basar3 en la Metodolog3a de Encajonamiento de Riley, con la precauci3n de retirar los tubos de PVC cuando las plantas ya est3n establecidas.



**Figura VII.34** Metodolog3a del encajonamiento de Riley, imagen de referencia.

Se seleccion3 dicha metodolog3a porque permite elevar el nivel del suelo en la planta, ante esto se utilizar3n tubos de PVC de 4 cm de di3metro y de 1 a 1.5 m de largo. A los



---

tubos se les realizar3 un corte longitudinal que permita que la planta mantenga conexi3n con el ambiente natural, permiti3ndole la entrada y salida de agua; estos se enterrar3n 30 a 60 cm de cada uno de los tubos, quedando en la superficie el resto del tubo, que se rellenar3 con suelo 15 cm y se colocaran las pl3ntulas de vivero, lo que permitir3 levantar a las plantas para evitar que permanezcan anegadas.

### **Cuidados Posteriores**

Una vez que se ha establecido la planta en campo se deber3 marcar la zona reforestada y colocar se3alamientos para que los pobladores se den cuenta de que es un 3rea de reforestaci3n, adem3s ser3 necesario vigilar peri3dicamente su desarrollo para poder prevenir, e incluso resolver, algunos de los problemas siguientes:

Alg3n cambio en la condici3n de uso del sitio como la presencia de ganado. Esto requerir3 tomar medidas preventivas (cercar el sitio reforestado) o correctivas (reparar el cerco o denunciar el asunto en la asamblea del pueblo).

Cambios en las condiciones ambientales del sitio, como invasi3n de pastos u otras plantas, las cuales habr3 que chapear y/o deshierbar para que no puedan competir con la plantaci3n.

Mortalidad de plantas por falta de agua, cambios dr3sticos de salinidad y temperatura. En estos casos se deben reponer las plantas, aplicar riegos si es posible y disminuir la insolaci3n cubriendo las plantas con hojas de palmera.

---

#### **VII.10.4. Acciones para garantizar el 3xito de la reforestaci3n con especies nativas y en 3reas de manglar.**

Para garantizar el 3xito en la reforestaci3n de las especies nativas, la plantaci3n de especies se realizar3 en 3poca de lluvias, de junio a septiembre para la regi3n.

- En caso de no ocurrir precipitaci3n durante periodos mayores de tres semanas se deber3 proporcionar riegos de auxilio en una cantidad de 10 litros por planta.
- Las plantas seleccionadas de vivero deben observarse completamente sanas.
- El material vegetativo (esquejes) se debe seleccionar sin plagas ni enfermedades o daos visibles. Se debe asegurar la buena cicatrizaci3n de las 3reas de corte antes de la plantaci3n.
- En la siembra de pastos, adquirir semilla pura viable y al momento de la siembra asegurarse del cubrimiento de la semilla, con un cent3metro de espesor.

#### **Mantenimiento de la reforestaci3n**

Una vez que se ha establecido la planta en campo, ser3 necesario vigilar peri3dicamente su desarrollo para poder prevenir, e incluso resolver contingencias que se presenten.

En este sentido, el tiempo previsto para ejecutar las acciones de mantenimiento y reposici3n de las plantas ser3 de cinco a os, o bien, hasta alcanzar el tiempo m3nimo requerido para el desarrollo de ejemplares viables.

**Tiempos de ejecuci3n:** Las actividades de reforestaci3n se realizaran en verano en la 3poca de lluvias.

**Tabla VII. 31** Cronograma del programa.

| Medidas                      | Meses |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | Reporte Anual<br>(Preparaci3n del<br>Sitio y<br>Construcci3n) |
|------------------------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|---|
|                              | 1     | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |   |
| Actividades de reforestaci3n |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | ✓   |

**Indicador:** En este caso ser3 considerado como indicador el N3mero de pl3ntulas contra sobrevivencia.

## VII.11. PROGRAMA DE CONSERVACI3N Y PROTECCI3N DE SUELOS

Dentro del presente programa se proponen acciones para la protecci3n y conservaci3n del suelo que vaya a ser removido por la construcci3n del proyecto.

En el predio del proyecto se identificaron dos tipos de suelos, el arenosol y el solonchak 3rtico, cuyas superficies en porcentajes son 72.8% y 27.13% respectivamente.

El suelo arenosol se caracteriza por ser de textura gruesa con un 65% de arena en el primer metro de profundidad lo que permite una r3pida infiltraci3n del agua, aunado a lo anterior y considerando que la litolog3a de origen k3rstico, pr3cticamente no existe una retenci3n del agua y 3sta fluye r3pidamente hacia el ac3fero.

---

Durante la etapa de construcci3n, es posible que haya un manejo inadecuado de los residuos principalmente l3quidos y peligrosos, y que 3stos sean derramados hacia el suelo, generando problemas de contaminaci3n no s3lo al subsuelo, sino tambi3n al acuífero. Otro de los problemas que podr3an generarse en el suelo es la compactaci3n derivada del uso intensivo de la maquinaria pesada. Con la compactaci3n, el suelo pierde su porosidad, la cual permite que las ra3ces tengan suficiente ox3geno y agua para su desarrollo. Sin un buen crecimiento radicular, el establecimiento, crecimiento y sobrevivencia de las plantas disminuye. Adicional anterior, la compactaci3n del suelo tambi3n podr3a ocasionar la disminuci3n de la capacidad de infiltraci3n y un aumento en el escurrimiento superficial.

Con el desmonte y despalme el suelo queda vulnerable por su exposici3n a los factores ambientales como son la lluvia, el viento, la compactaci3n, la deshidrataci3n, la p3rdida de nutrimentos y la susceptibilidad de la contaminaci3n por las actividades humanas desarrolladas en todo el proceso de construcci3n.

Para recuperar y conservar el suelo org3nico producto del despalme es necesario aplicar acciones sencillas, encaminadas a preservar las propiedades fisicoqu3micas del suelo, es por ello que el presente programa en coordinaci3n con otros programas, implementaran una serie de medidas de mitigaci3n, encaminadas a su protecci3n y conservaci3n.

### **VII.11.1. Objetivos**

Promover la recuperaci3n de la estructura y din3mica de los diferentes componentes del que permitan la continuidad de los procesos naturales a trav3s de acciones que minimicen los impactos identificados.

---

### **VII.11.2. Impactos que serán atendidos por el programa**

- Contaminación del suelo por el inadecuado manejo de residuos (sólidos, líquidos y peligrosos)
- Pérdida del suelo

### **VII.11.3. Estrategias (medidas específicas)**

Se tiene como eje rector la minimización de daños sobre el suelo, partiendo de dos premisas: la prevención y la mitigación.

Se dividirá en dos fases de implementación la primera será la prevención, mediante la ejecución de medidas preventivas o protectoras, se espera evitar en la medida de lo posible la generación de impactos que degeneren al componente edáfico. La segunda fase comprende acciones de restauración, basándose en el uso de medidas mitigadoras o correctoras.

#### **Medidas preventivas**

Previo a las actividades de desmonte y despalme se llevará a cabo la vigilancia y supervisión del rescate del suelo, así como la supervisión de la maquinaria.

En todas las etapas de desarrollo del proyecto se llevará a cabo de forma simultánea la implementación de varios programas y que junto con el presente programa dan atención al manejo y generación de residuos, cuya finalidad es la prevención y mitigación de la contaminación del suelo.

---

Dentro de las *medidas preventivas* se pueden mencionar las siguientes:

- Con la finalidad de evitar la erosi3n del suelo, las actividades de desmonte y despalde 3nicamente se llevar3n a cabo en las 3reas destinadas al desarrollo del proyecto.
- Previo al despalde se establecer3n los sitios para el almacenamiento temporal del suelo org3nico, delimit3ndolos de las 3reas de construcci3n por medio de estacas, cinta preventiva, alg3n medio visual como letreros, etc. Los sitios m3s recomendables para llevar a cabo el almacenamiento del suelo, son los sitios aleda3os al predio del proyecto que no vayan a ser afectados por las obras.
- La capa superficial del suelo, ser3 removida (entre 20 y 30 cm de espesor) utilizando maquinaria adecuada, evitando en todo momento la compactaci3n. La remoci3n del suelo se har3 desplaz3ndolo con cuidado y tratando de compactarlo lo menos posible, se colocar3 en las 3reas destinadas previamente para ello.

Una vez que el suelo rescatado haya sido colocado en las 3reas destinadas, se deber3n de llevar a cabo las siguientes acciones para su protecci3n:

- Cubrir el mont3culo con una capa de 5 a 10 cm m3ximo de espesor de material del desmonte (material picado, de hojas y ramas), con el objeto de dejar los materiales m3s delicados en la parte interna, preserv3ndolos de cualquier evento meteorol3gico (lluvias).
- Resguardar el suelo acamellonado por medio de estacas o colocando un cerco provisional que delimite esta 3rea. Esto evitar3 afectaciones o mal uso del suelo. Debe evitarse que el suelo acamellonado sea utilizado como dep3sito de residuos inorg3nicos y de materiales de construcci3n. De esta forma se fomentar3 y conservar3 de la mejor manera posible el suelo.

- 
- Es necesario proteger el suelo de las precipitaciones y exposiciones solares intensas y posible lavado de nutrientes. El suelo ser3 confinado mediante una corona de saco – suelo.
  - Dentro del Programa de Control de emisiones a la Atm3sfera se tiene contemplado la aplicaci3n de riegos al suelo de forma peri3dica, esto con la finalidad de prevenir la suspensi3n de polvos.

Algunos de los materiales org3nicos que pueden ser utilizados para su confinamiento puede ser el acolchado producido con el material de despalme. El material vegetal triturado resultante del proceso del despalme, ser3 colocado sobre los mont3culos del suelo org3nicos acamellonado, cubriendo la superficie lo m3s homog3neo posible.



**Figura VII.35** Sitios de almacenamiento de materiales.

Las acciones antes sealadas tienen como prop3sito generar una cubierta que proteja los suelos. Este es el principio m3s importante en el manejo sostenible de suelos porque conlleva m3ltiples beneficios como la reducci3n de la erosi3n h3drica y e3lica as3 como la preservaci3n de las propiedades fisicoqu3micas. Estas acciones se realizar3n inmediatamente despu3s de haber acumulado el suelo para evitar la p3rdida de humedad, la producci3n de polvo y el arrastre del suelo por acci3n del viento. Los acolchados

---

protegerán al suelo de la fuerza de las gotas de lluvia y disminuirá la separación de las partículas de los agregados de suelo, que es el primer paso en el proceso de la erosión hídrica.

Cuando la erosión es causada por una combinación de procesos como la erosión ocasionada por las gotas de lluvia y por la escorrentía, el suelo será cubierto en la mayor medida de lo posible, para reducir significativamente las pérdidas de suelo.

Una vez concluida la etapa de construcción del proyecto, el suelo se empleará para las actividades de reforestación, o para las áreas que serán destinadas como áreas jardinadas dentro del predio.

El presente programa pretende desarrollarse en todas las etapas del proyecto, y se ejecutará de forma integral junto con otros programas, tal es el caso del Programa de Manejo Integral de Residuos y el Programa de Difusión y Educación Ambiental, los cuales contribuirán a evitar un deterioro en la calidad del suelo y del agua subterránea. Para prevenir el deterioro o en la calidad del suelo, se evitará que se realicen acciones de reparación a la maquinaria o vehículos dentro de las áreas del proyecto.

### **Medidas de mitigación**

Las medidas de mitigación serán ejecutadas durante la construcción del proyecto y operación del mismo, estas se definieron para reparar o reducir los daños que son inevitables y que se generaran por las acciones del proyecto.

En este apartado se describen algunas acciones encaminadas a restaurar el suelo, posterior al impacto causado por el proyecto. Entre las medidas de mitigación se mencionan las siguientes:



- 
- Durante la etapa de preparaci3n del sitio, se rescatar3n los primeros horizontes f3rtils del suelo, los cu3les ser3n posteriormente reincorporados a las 3reas destinadas para las 3reas jardinadas del proyecto.
  - El desmonte se realizar3 en los sitios inicialmente definidos para dichas actividades.
  - Se considerar3 un sitio espec3fico para depositar temporalmente el material org3nico, preferentemente en un sitio con caracter3sticas de perturbaci3n.
  - Se realizar3 el troceo de la madera y vegetaci3n que no sea requerida para utilizarlos como diques, muros, etc, durante las labores de la obra. El troceo tiene como finalidad acelerar el proceso de descomposici3n y reincorporaci3n al suelo como materia org3nica f3rtil.
  - Se llevar3 a cabo labores de composta de los residuos finos y el suelo org3nico rescatado del despalme.

#### **VII.11.4. Evaluaci3n y Seguimiento (Monitoreo)**

Los resultados se reflejar3n directamente en el manejo del suelo recuperado, as3 como en el manejo de los residuos provenientes durante el desmonte. Con la finalidad de lograr una mayor eficiencia de las acciones de rescate y protecci3n del suelo, se contar3 con personal especializado en la supervisi3n ambiental, cuya funci3n sea vigilar y verificar que sean puestas en pr3ctica las medidas de prevenci3n, mitigaci3n y control propuestas en el presente programa.

### VII.11.5. Indicadores de cumplimiento del programa

A continuaci3n se presenta una tabla de los indicadores del presente programa.

**Tabla VII. 32** Indicadores del Programa de Conservaci3n y Protecci3n del suelo

| <b>Indicador de seguimiento ambiental</b>   | <b>Indicador de 3xito (Umbral esperado)</b>   | <b>Acciones que se deber3n implementar en caso de incumplimiento</b>  |
|---|---|---|
| Registro del volumen de suelo org3nico que sea despalmado y acamellonado en cada sitio rescatado (horizonte A), en m <sup>3</sup> . | Volumen de suelo org3nico rescatado y conservado > 90 %   | De no ser as3 se deber3 revisar las acciones del programa que no se est3n cumpliendo durante las actividades de desmonte y despalme del proyecto. |
| Superficie con vegetaci3n natural que ser3 respetada.   | Superficie que presenta cobertura total con especies nativas en las superficies del predio.   | En caso contrario verificar las causa de los aclareos.  |
| Volumen de suelo recuperado y reincorporado a las superficies destinadas para 3reas jardinadas dentro del predio                    | Volumen de suelo org3nico reincorporado a las 3reas jardinadas.<br>Porcentaje de cubierta herb3cea y grado de consolidaci3n >85% despu3s de las actividades de revegetaci3n en las zonas delimitadas para ello, dentro del predio | Verificar que las 3reas destinadas a 3reas ajardinadas dentro del predio, no presenten problemas de erosi3n del suelo, para evitar p3rdidas.      |

#### **Responsable de las acciones**

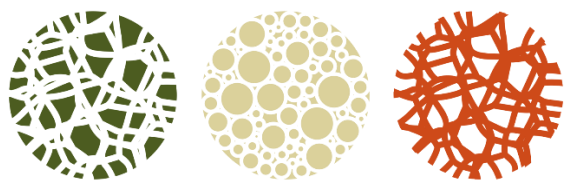
El promovente del proyecto es el responsable directo de la ejecuci3n del Programa de Conservaci3n y Protecci3n de Suelos, el cual le confiere atribuciones al Residente de Obra de la empresa constructora para la supervisi3n y vigilancia del cumplimiento de cada una de las acciones establecidas en el presente programa.

---

Se contar3 con el personal especializado (Bi3logo y/o Ingeniero Forestal) quien ser3 la persona o personas responsables de coordinar y dar seguimiento a todas las acciones y actividades requeridas para el cumplimiento de las tareas se3aladas en este documento, indicando el cargo, la direcci3n del centro de trabajo y las funciones que va a desempe3ar el personal designado o contratado para la realizaci3n de las actividades programadas.

#### **VII.11.6. Informe de resultados**

Como parte del cumplimiento del presente Programa, se elaborar3 un primer informe de los resultados obtenidos de la ejecuci3n de las acciones de este Programa, el primer mes posterior al inicio de las actividades de preparaci3n del sitio y construcci3n; posteriormente, considerando que la preparaci3n del sitio y construcci3n se desarrollar3n en un periodo de seis meses, se elaborar3 un informe final al concluir las obras, en dichos informes se integraran las evidencias fotogr3ficas del cumplimiento de las acciones que se llevaron a cabo, as3 como copia de los registros de las bit3coras y dem3s documentaci3n probatoria de la aplicaci3n del Programa, posteriormente se integrar3 un informe anual.



qvgesti3nambiental

# CAPÍTULO VIII

PRONOSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN  
DE ALTERNATIVAS







## Contenido

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| VII. PR3NOSTICOS AMBIENTALES Y EVALUACI3N DE ALTERNATIVAS..... | 2                                    |
| VIII.1 Situaci3n actual .....                                  | 5                                    |
| VII.2 Escenarios.....  | 6                                    |
| VII.2.1 Descripci3n del proyecto.....                          | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| VIII.2.2. Escenarios.....                                      | 7                                    |
| VIII.3 Comparaci3n de los escenarios y conclusiones .....      | 13                                   |

## VIII. PRÓNOSTICOS AMBIENTALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Predecir el futuro o construirlo, de acuerdo a perspectivas, no es una tarea sencilla. Métodos como los pronósticos cualitativos y cuantitativos, estudios prospectivos, la simulación, modelos causales, entre otros, proporcionan los indicios de lo que podría deparar el día de mañana con el objetivo de reducir la incertidumbre (Vergara C., Maza F. y Fontalvo T., 2010).

Es así, que para desarrollar estudios prospectivos existen diferentes metodologías entre las que se destaca la de escenarios. Un escenario es una descripción provisoria y exploratoria de un futuro probable. También se puede definir como un retrato significativo y detallado de un admisible, recomendable, coherente, mundo futuro. En él se pueden ver y comprender claramente los problemas, amenazas y oportunidades que tales circunstancias pueden presentar. No es una predicción o un pronóstico específico, es la descripción de eventos y tendencias que pueden ocurrir (Firmenich, 2009). Cabe mencionar que una proyección puede servir como materia prima para un escenario, pero un escenario comúnmente requiere información adicional, como las condiciones de una línea base (IPCC, 2013).

Es así como los escenarios se pueden clasificar en:

- Escenarios posibles: son todos aquellos escenarios que se puedan imaginar sin importar si su probabilidad de ocurrencia es alta o baja.
- Escenarios realizables: son los escenarios cuya ocurrencia es factible, teniendo en cuenta las restricciones del sistema de estudio.

- Escenarios deseables: son los escenarios a los que los actores desean llegar, tambi3n pueden ser calificados como escenarios m3s convenientes. Forman parte de los escenarios posibles y no necesariamente son realizables.

El m3todo de escenarios consta de dos fases (Ogayar, 2001), los cuales se describen a continuaci3n:

- Elecci3n de variables relevantes: En esta etapa se trata de identificar las variables y de realizar la selecci3n adecuada de los factores que pueden influir en el futuro.
  - Elecci3n de horizonte temporal y espacial: Se refiere a la elecci3n del periodo considerado como futuro, as3 como el 3mbito territorial en el que se desarrollar3 la acci3n.
  - Elecci3n de variables: Se elegir3n los fen3menos o factores que puedan tener una mayor incidencia en nuestro estudio.
  - Asignaci3n de probabilidades: Existen dos tipos de probabilidades, la de ocurrencia consiste en se3alar la posibilidad de que la variable considerada llegue a presentarse y la probabilidad de importancia consiste en indicar el grado de relevancia que tiene la variable en cuesti3n.
  - Estudio de inconsistencias y eliminaci3n de algunas variables: Por inconsistencia se entiende una relaci3n entre variables que no puede existir. En el caso de encontrarse una inconsistencia se deber3n de eliminar las variables que la crean.





**Figura VII.1.** Fase 1 del m3todo de escenarios.

- Elaboraci3n de escenarios: a partir de la elecci3n de las variables relevantes seleccionadas en el punto anterior se procede a la creaci3n de escenarios. Posteriormente se describen las implicaciones de cada uno de los escenarios y se realizan una serie de recomendaciones en base a cada uno de ellos.



**Figura VII.2.** Fase 2 del m3todo de escenarios.

Conforme a lo anteriormente mencionado, gran parte del m3todo de escenarios ha sido completado, de forma involuntaria, a lo largo de este DTU de la siguiente manera:

**Tabla VII.1.** Cap3tulos del DTU que alimentan el m3todo de escenarios.

| <b>Fase 1 del m3todo de escenarios</b>    | <b>Cap3tulo del DTU</b> |
|---|-------------------------|
| Elecci3n de horizonte espacial y temporal | II y IV                 |
| Elecci3n de variables                     | IV y V                  |
| Asignaci3n de probabilidades              | V                       |
| Estudio de inconsistencias                | V                       |
| <b>Fase 2 del m3todo de escenarios</b>    | <b>Cap3tulo del DTU</b> |
| Escenarios                                | V                       |
| Implicaciones                             | V                       |
| Recomendaciones                           | VII                     |

Es as3 como, en este cap3tulo se complementar3 la informaci3n necesaria para el correcto funcionamiento del m3todo de escenarios, con la finalidad de encontrar **el escenario m3s deseable y realizable** para la ejecuci3n del proyecto descrito en este DTU.

## **VIII.1 Situaci3n actual (l3nea base)**

En el sitio en el que se desarrollar3 el proyecto no se ubican ecosistemas 3nicos y dicha 3rea se encuentra impactada por el desarrollo de diferentes actividades humanas. Alrededor al sitio se encuentran v3as de comunicaci3n e infraestructura tur3stica.

Por otra parte, la fauna del 3rea de estudio es del tipo selva mediana subperennifolia y tambi3n se puede encontrar vegetaci3n de matorral costero. Asimismo, acorde con informaci3n de bases de datos, se tiene que en el SAR-AE las clases de fauna m3s abundantes son las aves seguida de la clase Actinopterygii, Bivalvia y Reptilia, sin que se tenga conocimiento de la clase anfibia. Conforme a los muestreos realizados se registraron en el SAR-AE, la clase reptilia (con 2 especies), la clase mammalia (1 especie), y

la clase aves (6 especies). Existe mayor informaci3n acerca de la descripci3n actual del sistema ambiental regional en el cap3tulo IV de este documento.

## VIII.2 Proyecto y medidas de mitigaci3n

Previo a la descripci3n de los escenarios previstos por el desarrollo del proyecto, cabe indicar que 3ste consiste en la construcci3n de un hotel para ofrecer servicios tur3sticos al turismo nacional e internacional, y para generar una mayor derrama econ3mica a nivel local y regional. Entre las obras del proyecto se pueden mencionar:

- Edificio principal: contar3 con 16 niveles para cuartos de hotel, planta desalinizadora, cajones de estacionamiento, lobby bar y otras 3reas para el correcto funcionamiento de las instalaciones tur3sticas.
- Edificios complementarios: mini club, bar piscina, 3reas de vestidores y toalleros con caseta de animaci3n.
- 3reas abiertas: 3reas jardinadas, soleadero, albercas, entre otras obras.

Las etapas que contempla este proyecto son las de preparaci3n del sitio, construcci3n y operaci3n y mantenimiento. En la etapa de preparaci3n del sitio se llevaran a cabo desmontes, despalmes, corte y excavaciones, rellenos y terraplenes. En la etapa de construcci3n se cimentar3 la estructura del edificio principal con cimentaciones superficiales y profundas (Se puede encontrar mayor informaci3n acerca de la descripci3n del proyecto en el cap3tulo II de este documento).

Derivado del desarrollo del proyecto se prev3 la generaci3n de impactos ambientales (descritos en el cap3tulo V), para los cuales se prev3n una serie de medidas de prevenci3n y mitigaci3n, incorporados a diferentes programas, tales como:

- Programa de Supervisi3n y gesti3n Ambiental.
  - Programa de Difusi3n y Educaci3n Ambiental.
  - Programa de Manejo Integral de Residuos.
  - Programa de Control de Emisiones a la Atm3sfera.
  - Actividades de Restauraci3n con Motivo del Cambio de Uso de Suelo.
  - Programa de Compensaci3n en Beneficio de los Humedales.
  - Programa de Conservaci3n y Protecci3n de Suelos.
  - Programa de Monitoreo de Agua Subterr3nea.
  - Programa de Protecci3n y Conservaci3n de Fauna.
  - Programa de Rescate y Reubicaci3n de Flora.

### VIII.3 Escenarios

En este apartado se describen las afectaciones a las cuales pueden ser susceptibles los componentes ambientales (aire, suelo, geo-formas, hidrolog3a subterr3nea, flora, fauna y perceptual) en base a tres escenarios:

- Escenario sin proyecto (situaci3n actual o l3nea base).
- Proyecto sin medidas de mitigaci3n.
- Proyecto con medidas de mitigaci3n.

## Suelo

| <b>Escenario sin proyecto</b>  |
|--|
| <p>El suelo en el sitio del proyecto es de tipo arenoso y sus principales caracter3sticas son: una alta permeabilidad, baja capacidad retener agua y nutrientes, y una susceptibilidad a la erosi3n de moderada a alta. En este escenario no se prev3 una afectaci3n adicional a la erosi3n del suelo m3s que la causada de forma natural por factores e3licos e h3dricos.</p>   |
| <b>Proyecto sin medidas de mitigaci3n</b>  |
| <p>Es probable que un mal manejo de residuos s3lidos, l3quidos o peligrosos genere una contaminaci3n en el suelo.</p> <p>Residuos org3nicos pueden ser dejados al aire libre o estopas con solventes pueden tener el mismo destino en todas las etapas del proyecto. Estas acciones pueden ser resultado de la inexistencia de contenedores especiales, falta de letreros y/o desconocimiento de c3mo manejar adecuadamente los residuos por parte de los usuarios y/o personal.</p> <p>Asimismo, la perdida de cobertura vegetal, excavaciones y el movimiento de veh3culos y de maquinaria pesada en las etapas de preparaci3n del sitio y construcci3n tendr3n como consecuencia una p3rdida de suelo.</p>  |
| <b>Proyecto con medidas de mitigaci3n</b>  |
| <p>El programa de Manejo Integral de Residuos propondr3 y supervisar3 que visitantes y desarrolladores tiren los residuos en contenedores especiales, para que posteriormente dichos materiales sean trasladados y reciban un tratamiento o disposici3n adecuada, evitando de dicha forma la contaminaci3n de los suelos.</p> <p>Por otra parte, se planea destinar zonas para jardines, las cuales al tener cubierta vegetal evitaran la erosi3n de los suelos.</p> <p>El Programa de Conservaci3n y Protecci3n de Suelos evitar3 la erosi3n mediante la delimitaci3n de las zonas en que se realizaran actividades de limpieza y/o construcci3n. Asimismo, las obras se realizaran de forma paulatina para evitar afectaciones innecesarias al suelo.</p> <p>Finalmente, se reforestaran zonas que actualmente est3n en proceso de erosi3n, o tienen la posibilidad de estarlo, esto en el marco de las actividades de restauraci3n con motivo del cambio de uso de suelo.</p> |

## Geo-formas

| Escenario sin proyecto  |
|---|
| En la actualidad la geomorfolog3a del sitio se ve afectada, 3nicamente, por fen3menos de gran magnitud como tormentas y huracanes.  |
| Proyecto sin medidas de mitigaci3n  |
| Se modificar3 el terreno con la finalidad de preparar la cimentaci3n de los edificios y estructuras planeadas en el proyecto. Este impacto ser3 generado, principalmente, por las excavaciones necesarias para cimentar el edificio principal y otras obras adicionales.<br><br>En el afloramiento rocoso frente al oc3ano se instalaran asoleaderos, escaleras y rampas de madera, dicha infraestructura ser3 temporal y no tendr3 cimentaci3n.          |
| Proyecto con medidas de mitigaci3n  |
| El Programa de Supervisi3n y Gest3n Ambiental se asegurar3 que la afectaci3n a las geoformas del sitio no sea mayor a lo que marca la descripci3n del proyecto (ver cap3tulo II de este documento).<br><br>Adicionalmente, se buscar3 que en la etapa de construcci3n y de operaci3n y mantenimiento el suelo del predio del proyecto no se vea alterado por la contaminaci3n de residuos mediante la aplicaci3n del Plan de Manejo Integral de Residuos. |

## Aire

| Escenario sin proyecto   |
|--|
| El predio en cual se planea la realizaci3n del proyecto est3 conectado por v3as de acceso que a su vez conducen a la zona tur3stica de Canc3n. Por dichas v3as circulan veh3culos automotores, que generan ruido, polvos y gases de combusti3n.  |
| Proyecto sin medidas de mitigaci3n   |
| En la etapa de preparaci3n del sitio y de construcci3n se generar3 contaminaci3n atmosf3rica por emisi3n de ruido, polvo y gases de combusti3n, proveniente de las maniobras que se realizaran con maquinaria pesada y veh3culos automotores.<br><br>En la etapa de operaci3n y mantenimiento se generar3 ruido por las actividades propias de un sitio tur3stico, tales como fiestas, actividades deportivas, entrada y salida de autom3viles, funcionamiento de equipos electromec3nicos, etc. |

| <b>Proyecto con medidas de mitigaci3n</b>  |
|--|
| <p>Se buscar3 concientizar a los usuarios y desarrolladores de la importancia de no llevar a cabo acciones que puedan perturbar el ambiente y a otras personas de manera adversa.</p> <p>Por otra parte, el Programa de Control de Emisiones a la Atmosfera plantea las siguientes acciones: cumplir con programas de verificaci3n vehicular, el transporte de equipo y material no deber3 de ser en horas pico, humedecer caminos de acceso al sitio y zonas de trabajo, entre otras. Lo anterior asegurar3 un ambiente de trabajo y tur3stico seguro y una reducci3n considerable de la contaminaci3n con polvos, gases de combusti3n y ruido.</p> |

### **Agua (hidrolog3a subterr3nea)**

| <b>Escenario sin proyecto</b>   |
|---|
| <p>El SAR en el que se localizar3 el proyecto contiene un complejo sistema hidrol3gico, conformado por la Laguna Nichupt3, agua subterr3nea y el mar Caribe. Se sabe que algunas instalaciones aleda3as descargan aguas residuales a la laguna y al mar, tambi3n se extrae agua del acuífero y del mar para ser potabilizada y utilizada en las actividades de la zona. Cabe indicar que en el sitio del proyecto no existen cuerpos de agua superficiales.</p>   |
| <b>Proyecto sin medidas de mitigaci3n</b>   |
| <p>Se prev3 que los cuerpos de agua podr3an ser contaminados debido al mal manejo de residuos s3lidos, l3quidos (aguas residuales y salmuera proveniente de la planta desalinizadora) y peligrosos generados a lo largo del proyecto.</p> <p>De igual forma, con la construcci3n del proyecto se afectar3n los flujos y captaci3n de agua subterr3nea, debido a que las obras impedir3n el libre paso del agua al subsuelo.</p> <p>Tambi3n, la extracci3n de agua subterr3nea, para su potabilizaci3n, generar3 una disminuci3n de dicho l3quido.</p> |
| <b>Proyecto con medidas de mitigaci3n</b>   |
| <p>El Programa de Difusi3n y Educaci3n Ambiental es la herramienta principal que permitir3 concientizar a los desarrolladores del proyecto y a los visitantes para que lleven acciones en favor del cuidado del agua, tales como no desperdiciarla y evitar acciones que propicien la contaminaci3n de cuerpos de agua.</p> <p>El Programa de Manejo Integral de Residuos S3lidos propone el uso de contenedores especiales y zonas adecuadas para almacenar residuos a lo largo del proyecto, con lo que se evitar3 la contaminaci3n del suelo</p>   |

y sobre todo de los cuerpos de agua.

El Programa de Monitoreo de Agua Subterránea implica la toma de muestras antes del inicio de actividades del proyecto y durante la etapa de operación y mantenimiento, con la finalidad de observar las afectaciones que el proyecto pudiera ocasionar en los parámetros de calidad del agua subterránea y en dado caso actuar para mitigar y/o compensar las afectaciones resultantes.

Finalmente, no se prevé una extracción de agua subterránea adicional a lo que sea autorizado por la autoridad correspondiente.

## Vegetación

| <b>Escenario sin proyecto</b>  |
|--|
| <p>Las zonas aledañas al predio donde se llevará a cabo el proyecto han sido previamente impactadas. En las inmediaciones del predio se encuentra infraestructura para el desarrollo de actividades turísticas. Sin embargo, en el predio se puede encontrar vegetación de selva mediana subperennifolia y de vegetación de matorral costero.</p>  |
| <b>Proyecto sin medidas de mitigación</b>  |
| <p>En la etapa de preparación del sitio se tendrá una pérdida de cobertura vegetal con la finalidad de que la maquinaria y vehículos automotores, con materiales de construcción y personal, entren al sitio.</p> <p>El desconocimiento de las principales características de las especies de flora por parte de los desarrolladores del proyecto puede concluir en la afectación o pérdida de individuos que se encuentran en los listados de la NOM-059-SEMARNAT-2010 o en una mayor pérdida de vegetación a la planeada inicialmente.</p>   |
| <b>Proyecto con medidas de mitigación</b>  |
| <p>Una de las principales causas del daño a especies vegetales es el desconocimiento del papel tan importante que ellas desempeñan en los ecosistemas. Es por ello, que uno de los elementos base para el cuidado de la flora es la implementación del Programa de Difusión y Educación Ambiental, el cual brindará información básica acerca de las acciones que los desarrolladores del proyecto deberán de llevar a cabo para identificar y cuidar las especies vegetales. Se espera que con la implementación del programa anterior, el personal del proyecto y visitantes no dañen individuos de flora más allá de lo marcado en la descripción del proyecto.</p> <p>También, se tienen planteados el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y el Programa de Actividades de Restauración con Motivo del Cambio de Uso de Suelo; con lo cual los individuos que así lo ameriten serán trasladados a zonas en las que puedan seguir con su desarrollo normal. Asimismo, se planea reforestar</p> |



zonas cercanas para compensar la vegetaci3n que se remover3 durante las primeras etapas del proyecto, la acci3n anterior se desarrollar3 en el marco del Programa de Compensaci3n en beneficio de los Humedales. Finalmente, el Programa de Manejo Integral de Residuos y Monitoreo de Agua Subterr3nea estar3n indirectamente ligados a procurar el bienestar de los organismo de flora; mediante acciones que evitar3n la contaminaci3n de suelo y cuerpos de agua.

## Fauna

| Escenario sin proyecto   |
|--|
| <p>El sitio en el que se realizar3 el proyecto a pesar de ser un espacio impactado por la fuerte actividad tur3stica de la zona, a3n conserva una gran biodiversidad en cuanto a fauna se refiere. Conforme a los muestreos de fauna, se reportan las clases reptilia, mammalia y aves, reportando la bibliograf3a las clases actinopterygii y bivalvia.</p> <p>Cabe mencionar que entre los puntos principales de los planes de desarrollo urbano del municipio se tiene contemplado el cuidado activo del medio ambiente.</p>  |
| Proyecto sin medidas de mitigaci3n   |
| <p>En las fases de preparaci3n del sitio y construcci3n se afectar3 a varias especies de fauna, algunas de las cuales se encuentran en los listados de la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>La interacci3n ente humanos y fauna puede ser peligrosa, en caso de que los primeros no est3n conscientes de c3mo actuar en caso de encontrarse con un esp3cimen faun3stico.</p> <p>Asimismo, en la etapa de operaci3n y mantenimiento las actividades propias del sitio (zona tur3stica) impedir3n que la fauna regrese a esa 3rea.</p>   |
| Proyecto con medidas de mitigaci3n   |
| <p>Se tienen planteados dos programas para evitar las afectaciones a la fauna del sitio en el que se realizar3 el proyecto.</p> <p>El primero de ellos es el de Protecci3n y Conservaci3n de Fauna, gracias al cual se tiene planeado el traslado, seguro y lo menos estresante posible, de los individuos que lo ameriten a zonas en las que puedan seguir con su desarrollo natural.</p> <p>El segundo programa es el de Difusi3n y Educaci3n Ambiental; en este programa los desarrolladores y los visitantes del proyecto recibir3n informaci3n b3sica de c3mo cuidar y de c3mo actuar en caso de encontrarse con esp3cimen faun3sticos.</p> |

## Perceptual

| <b>Escenario sin proyecto</b>  |
|--|
| Adyacente al sitio donde se planea realizar el proyecto, ya han sido construidos hoteles, v3as de comunicaci3n y dem3s infraestructura para el desarrollo de la actividad tur3stica de la zona.  |
| <b>Proyecto sin medidas de mitigaci3n</b>  |
| La construcci3n de un proyecto de la magnitud como la que se presenta en este escrito sin duda alguna afectar3 el paisaje natural. Se cambiar3 de un 3rea rica en vegetaci3n y con algunas especies fauna natural a una con una construcci3n de varios niveles.  |
| <b>Proyecto con medidas de mitigaci3n</b>  |
| El Programa de Supervisi3n y gesti3n Ambiental se asegurar3 que la afectaci3n perceptual del sitio no sea mayor a lo que marca la descripci3n del proyecto.<br><br>Asimismo, la planeaci3n del proyecto contempla la colocaci3n de 3reas ajardinadas que ser3n cuidadas de forma continua y las actividades que se desarrollaran dentro del predio ser3n llevadas a cabo en un marco de sustentabilidad. |

En t3rminos de los servicios ambientales identificados y sus consecuentes afectaciones por el desarrollo del proyecto, se determin3 que la importancia del servicio ambiental depende del grupo de poblaci3n que a nivel del SAR-AE resulta beneficiado por el servicio ambiental que presta el 3rea que se ver3 afectada por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, de manera que un servicio ambiental puede ser de beneficio generalizado para toda la poblaci3n (como el servicio de captura de ox3geno, y secuestro de di3xido de carbono), o solo beneficiar a un grupos reducidos como el caso de ofrecimientos no comerciales, o porci3n extra3ble de alimentos.

El grado de afectaci3n se determin3 en funci3n de la disminuci3n del valor ambiental que podr3 darse como resultado de la ejecuci3n del cambio de uso del suelo solicitado, en comparaci3n con la disponibilidad del recurso en el SAR-AE y consecuentemente de la disponibilidad del servicio ambiental. En la siguiente tabla se muestra la estimaci3n que

tendr3n los impactos sobre los servicios ambientales identificados durante el desarrollo del “Hotel Riviera Canc3n”.

Identificaci3n de los Servicios Ambientales con potencial afectaci3n por el CUSTF del proyecto.

| Servicios ambientales   | Descripci3n  | Afectaci3n   | Observaciones   |
|---|--|--|---|
| Secuestro de Carbono  | La p3rdida de la cobertura forestal representa la p3rdida de un reservorio de carbono.                                     | Se dejar3n de capturar un total de 258.4558 toneladas de C al a3o por la vegetaci3n removida en el predio del proyecto.  | Representa el 0.237% de la capacidad de captura de la microcuenca. Se implementara una superficie de 3reas.   |
| Captura de agua   | La afectaci3n del servicio ambiental est3 directamente ligada a la p3rdida de 3rea forestal y su capacidad de captar agua. | La estimaci3n del volumen de agua infiltrado dadas las condiciones actuales es de -10607.04286 m <sup>3</sup> una vez que el proyecto se haya culminado y se aplique las medidas de mitigaci3n la p3rdida anual se estima en -11,152.059 m <sup>3</sup> anuales. | El volumen de infiltraci3n presenta valores negativos una vez que la evapotranspiraci3n y de escurrimiento supera el volumen de captaci3n de agua por precipitaci3n. Este servicio no se ve afectado considerablemente, dado que el predio no tiene aporte a la recarga de acu3feros. |
| Protecci3n de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida | Las 3reas forestales son h3bitat de un gran n3mero de especies de flora y fauna.   | La p3rdida de estos h3bitats pone en riesgo la sobrevivencia de los individuos que viven en ellos.   | El 3rea forestal que se someter3 a cambio de uso de suelo en el predio, tiene un alto grado de perturbaci3n y se encuentra sometido a procesos de degradaci3n, no obstante las 3reas jardinadas y el matorral costero, ayudar3n a conservar la biodiversidad de la zona.              |
| Protecci3n y  | La capa vegetal previene la  | La ausencia de vegetaci3n  | En la actualidad el suelo en la   |

| Servicios ambientales                                  | Descripci3n  | Afectaci3n  | Observaciones  |
|--|--|---|--|
| recuperaci3n de suelos                                 | erosi3n del suelo y mantiene los procesos bioqu3micos del mismo  | expone al suelo a los procesos de erosi3n y se interrumpen ciclos importantes para naturaleza, como son los del carbono, nitr3geno entre otros, despu3s de la aplicaci3n de medidas de mitigaci3n se estima que la p3rdida de suelo por efecto de la erosi3n es de 2.7863 ton/a3o | microcuenca se encuentra sometido a una importante degradaci3n por los desarrollos urbanos y tur3sticos de la regi3n. La p3rdida de suelo se ve fuertemente reducida al ejecutarse las medidas de mitigaci3n.  |
| Generaci3n de oxigeno                                  | Las 3reas con vegetaci3n aportan ox3geno derivado de los procesos de fotos3ntesis.                                     | El retiro de la vegetaci3n en las 3reas sujetas a cambio de uso de suelo interrumpir3 los procesos fotosint3ticos.  | Las poblaciones vegetales en las 3reas sujetas a cambio de uso de suelo son comunidades establecidas y los procesos de fotos3ntesis y respiraci3n se encuentran en equilibrio, la conservaci3n de 3reas jardinadas permitir3 que el servicio siga siendo prestado por la vegetaci3n. |
| Amortiguamiento del impacto de los fen3menos naturales | La vegetaci3n aten3a la fuerza del viento, previene los procesos erosivos del agua y viento, provee refugio.           | La p3rdida de la vegetaci3n deja expuestas a los elementos del ecosistema.  | La superficie con vegetaci3n natural que cumple con este servicio (matorral costero) representa un 0.00369% de la superficie del SAR-AE.   |
| Modulaci3n o regulaci3n clim3tica                      | La cobertura forestal disminuye los procesos de evaporaci3n del agua y reflexi3n de la luz y calor hacia la atm3sfera. | La ausencia de vegetaci3n permite la incorporaci3n a la atm3sfera de m3s vapor de agua, considerado uno de los gases de efecto invernadero  | La superficie de vegetaci3n que se remover3 representa un porcentaje muy bajo con respecto a la cobertura del SAR-AE, en donde se encuentran 3reas de mayor relevancia en cuesti3n de  |

| Servicios ambientales | Descripci3n   | Afectaci3n  | Observaciones   |
|-----------------------|---|---|---|
|                       |   |   | regulaci3n clim3tica.   |
| Paisaje y recreaci3n  | Debido a la topoforma que predomina en la zona, no se encuentran 3reas de gran atractivo natural, aunado a la gran fragmentaci3n, no se comprometen zonas que incidan en el desarrollo emocional de los pobladores. | Se modifica el entorno al remover la totalidad de la vegetaci3n de la zona del predio e incluir una construcci3n en el entorno. | Los espacios con vegetaci3n natural en los cuales se pueden realizar actividades recreativas en la microcuenca no se ver3n afectadas por el proyecto. |

En conclusi3n, se puede decir que las modificaciones de los servicios ambientales que aporta el predio del proyecto hacia el SAR-AE no ser3n significativas, dado que se aplicar3n medidas de mitigaci3n tendientes a minimizar dichos impactos en funci3n de los niveles de significancia de los mismos, derivados de la evaluaci3n presentada en el cap3tulo V, y a su vez contribuir3n a mejorar la calidad ambiental del mismo, repercutiendo con ello en el mantenimiento y mejoramiento de los servicios ambientales del predio hacia el SAR-AE y por tanto a la continuidad de los procesos ecosist3micos que se desarrollan en el mismo.

#### **VIII.4 Comparaci3n de los escenarios y conclusiones**

El escenario menos deseable es sin lugar a duda “Proyecto sin medidas de mitigaci3n”, ya que de volverse una realidad, se afectar3n de manera adversa diversos componentes ambientales. Entre las afectaciones m3s importantes se encuentran la perdida de cobertura vegetal, la afectaci3n a la calidad del agua y afectaci3n de individuos de flora y fauna, as3 como al suelo y geoformas.

Por otra parte, **el escenario "Proyecto con medidas de mitigaci3n" es el m3s deseable y realizable**, luego del escenario "sin proyecto", ya que a pesar de existir impactos adversos a lo largo de las etapas de preparaci3n del sitio, de construcci3n y de operaci3n y mantenimiento, estos ser3n temporales y/o m3nimos siempre y cuando se lleven a cabo los programas estipulados en el cap3tulo VII de este documento.

La implementaci3n de los diversos programas evitar3 la contaminaci3n de suelos y cuerpos de agua debido al manejo incorrecto de residuos. Asimismo, se contempla la relocaci3n de especies de flora y fauna que as3 lo ameriten, adem3s de un programa de continua concientizaci3n ambiental que ser3 presentado al personal que desarrollar3 el proyecto y a visitantes.

Adicionalmente, a los programas se tiene contemplado la restauraci3n de sitios que han sido deforestados y se encuentran en proceso de erosi3n, esto con la finalidad de compensar la vegetaci3n que ser3 removida en las primeras etapas del proyecto. Cabe mencionar, que tambi3n se supervisar3 que los impactos no sobrepasen a lo estipulado en la descripci3n de este proyecto.

Finalmente, se presenta mediante una representaci3n gr3fica los impactos ambientales que tendr3an cada uno de los escenarios previstos en este cap3tulo.



**Figura VII.3.** Magnitud de los impactos ambientales adversos de cada uno de los escenarios.