

SEMARNAT

SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



AL PÚBLICO EN GENERAL

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

DIRECCIÓN GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
A M B I E N T A L



CAPÍTULO I

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



Contenido

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO	2
I.1. Datos generales del proyecto	2
I.1.1. Nombre del proyecto	2
I.1.2. Ubicación del proyecto	2
I.1.2.1. Coordenadas de ubicación	4
I.1.3. Duración del proyecto	14
I.2. Datos generales del promovente	14
I.2.1. Nombre o razón social	14
I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente	14
I.2.3. Nombre y cargo del representante legal	15
I.2.4. Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones	15
I.2.5. Presentación de documentación que ampara la posesión del terreno	15
I.3. Datos generales del consultor	15
I.3.1. Responsable de la elaboración del Documento Técnico Unificado	15
I.3.1.1. Nombre o razón social	¡Error! Marcador no definido.
I.3.1.2. Registro Federal de contribuyentes	¡Error! Marcador no definido.
I.3.1.3. Nombre del responsable técnico del Documento Técnico Unificado	15
I.3.1.4. Dirección del responsable técnico del documento	16
I.3.2. Datos de inscripción en el registro de la persona que haya formulado el estudio en materia forestal y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso del suelo	16
I.3.2.1. Nombre de la consultora e inscripción al registro nacional forestal	16

Figuras

<i>Figura I.1. Ubicación del proyecto en el estado de Quintana Roo.</i>	3
<i>Figura I.2. Ubicación del proyecto en el municipio de Benito Juárez.</i>	4

Tablas

<i>Tabla I.1. Coordenadas de los polígonos del proyecto.</i>	5
<i>Tabla I.2. Coordenadas del edificio de 60 habitaciones.</i>	6
<i>Tabla I.3. Coordenadas del restaurante.</i>	6
<i>Tabla I.4. Coordenadas baños y vestidores.</i>	7
<i>Tabla I.5. Coordenadas alberca y regaderas</i>	7
<i>Tabla I.6. Coordenadas de las circulaciones y accesos.</i>	7
<i>Tabla I.7. Coordenadas del asoleadero.</i>	13
<i>Tabla I.8. Coordenadas de ubicación de obras y actividades en área de uso de ZFMT</i>	14

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

El proyecto se denomina “**Ampliación sur del Club Med**”.

I.1.2. Ubicación del proyecto

El proyecto “**Ampliación sur del Club Med**” se ubica en el municipio de Benito Juárez, estado de Quintana Roo (ver figuras siguientes).

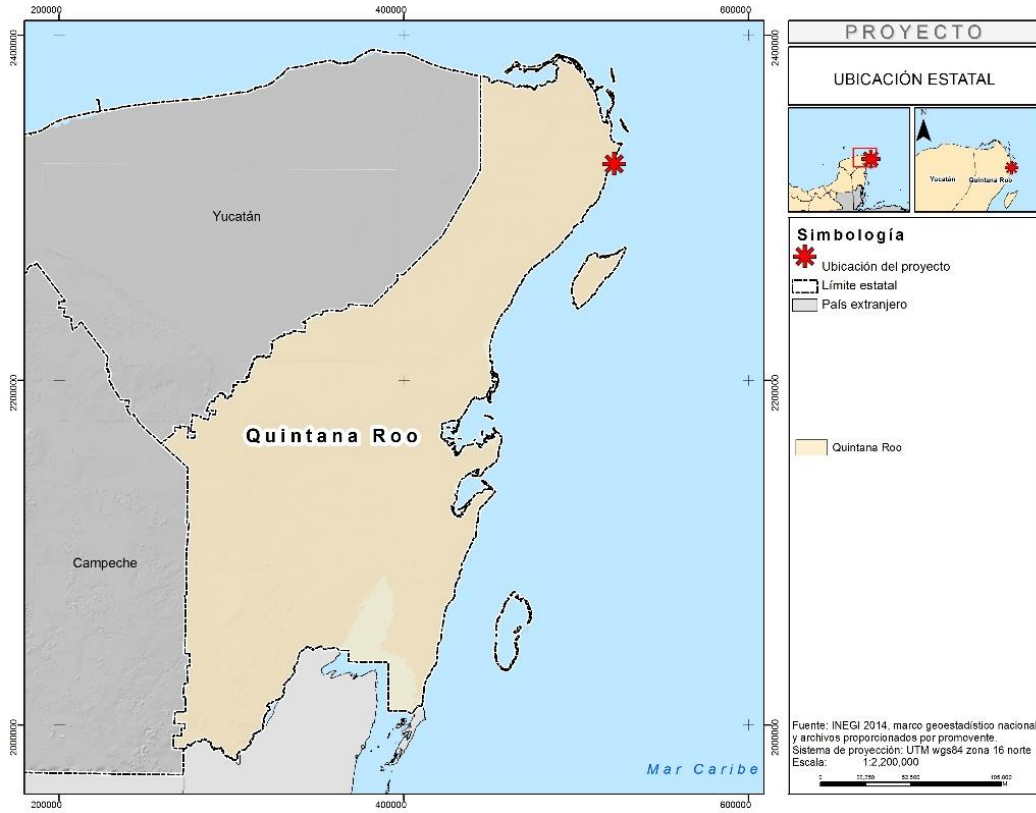


Figura I.1. Ubicación del proyecto en el estado de Quintana Roo.

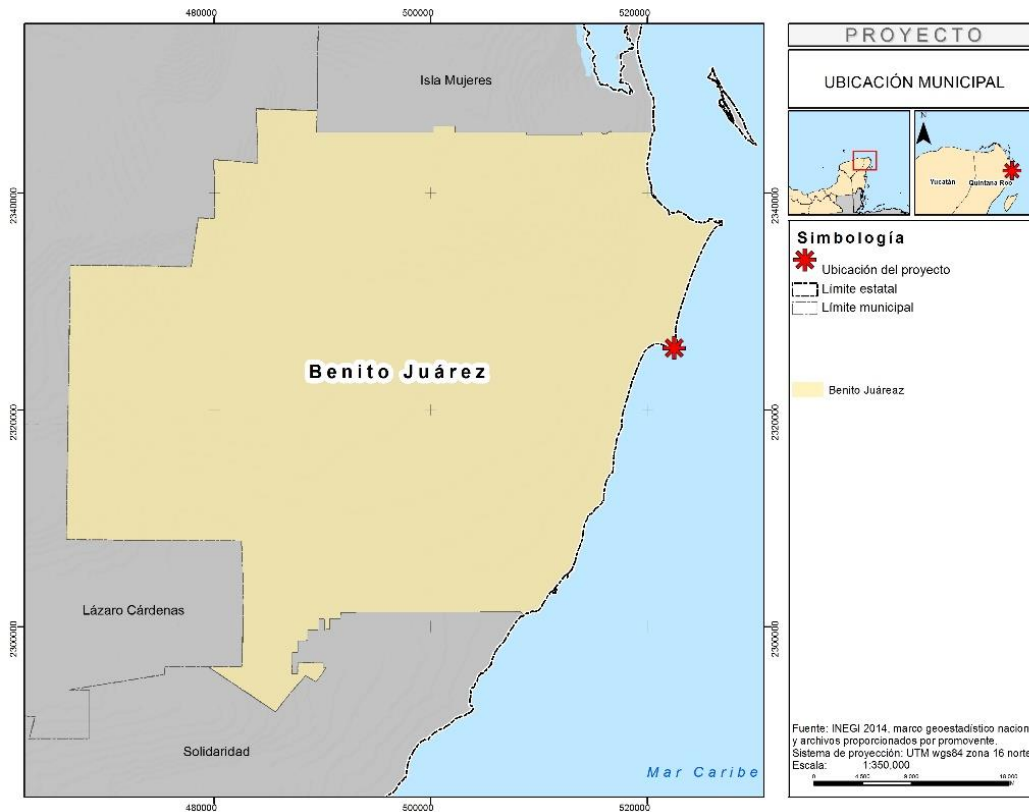


Figura I.2. Ubicación del proyecto en el municipio de Benito Juárez.

Cabe indicar que en específico el proyecto se ubicará en la manzana 55, lote 72-01, de la zona hotelera de Cancún, en la zona conocida como Punta Nizuc.

I.1.2.1. Coordenadas de ubicación

a) Coordenadas de los polígonos del proyecto

El proyecto “Ampliación sur del Club Med” se desarrollará en dos polígonos, denominados A y B respectivamente. En la siguiente tabla se presentan las coordenadas de ambos polígonos en sistema de proyección UTM WGS 84, zona 16 N.

Tabla I.1. Coordenadas de los polígonos del proyecto.

Coordenadas		
Vértice	X	Y
Polígono A		
1	522,441.016868	2,325,684.585930
2	522,433.120588	2,325,702.571990
3	522,435.574068	2,325,703.811530
4	522,460.423068	2,325,718.459530
5	522,462.553962	2,325,719.734540
6	522,480.104068	2,325,730.235530
7	522,482.503068	2,325,731.265530
8	522,483.889068	2,325,731.691030
9	522,485.275068	2,325,732.116530
10	522,489.916568	2,325,733.405030
11	522,494.558068	2,325,734.693530
12	522,505.911068	2,325,739.086530
13	522,515.399068	2,325,742.980530
14	522,524.547068	2,325,746.753530
15	522,531.923568	2,325,749.559030
16	522,539.300068	2,325,752.364530
17	522,544.634068	2,325,754.193030
18	522,549.968068	2,325,756.021530
19	522,560.421068	2,325,758.945530
20	522,573.139817	2,325,761.544780
21	522,585.846555	2,325,764.140670
22	522,594.428883	2,325,765.075100
23	522,605.498478	2,325,764.744660
24	522,612.413548	2,325,764.543870
25	522,625.228297	2,325,763.517770
26	522,625.204103	2,325,763.215610
27	522,625.376019	2,325,761.960640
28	522,625.735285	2,325,760.745960
29	522,626.273679	2,325,759.599390
30	522,626.978878	2,325,758.547150

Coordenadas		
Vértice	X	Y
31	522,627.834741	2,325,757.613340
32	522,628.821680	2,325,756.819320
33	522,629.917104	2,325,756.183280
34	522,631.115994	2,325,755.710670
35	522,632.373064	2,325,755.426990
36	522,633.658733	2,325,755.338920
37	522,634.911154	2,325,755.338920
38	522,634.911154	2,325,752.788920
39	522,634.911154	2,325,733.664630
40	522,608.845779	2,325,730.077260
41	522,583.073779	2,325,728.246260
42	522,564.133779	2,325,725.286260
43	522,549.191779	2,325,721.952260
44	522,522.103779	2,325,713.399760
45	522,495.015779	2,325,704.847260
46	522,474.318779	2,325,696.844260
47	522,470.606930	2,325,695.408990
48	522,453.621779	2,325,688.841260
Polígono B		
1	522,506.892972	2,325,755.040690
2	522,492.855140	2,325,748.955300
3	522,490.470158	2,325,754.460990
4	522,504.506674	2,325,760.545780

Nota: el cuarto de máquinas es equivalente al polígono B.

b) Coordenadas de las obras del proyecto

En las siguientes tablas se presentan las coordenadas, en sistema de proyección UTM WGS 84, zona 16 N, de las obras consideradas en el proyecto.

Tabla I.2. Coordenadas del edificio de 60 habitaciones.

Coordenadas edificio de 60 habitaciones		
Vértice	X	Y
1	522,555.527928	2,325,746.325460
2	522,552.414738	2,325,744.958700
3	522,555.717407	2,325,737.398600
4	522,535.939480	2,325,728.715650
5	522,533.461222	2,325,734.360600
6	522,532.910976	2,325,734.119030
7	522,531.262815	2,325,733.395450
8	522,530.728022	2,325,733.160660
9	522,534.766511	2,325,723.924520
10	522,505.191185	2,325,710.940300
11	522,501.138962	2,325,720.170410
12	522,500.588716	2,325,719.928840
13	522,498.940555	2,325,719.205260
14	522,498.405761	2,325,718.970480
15	522,500.979115	2,325,713.071600
16	522,481.201188	2,325,704.388650
17	522,478.614100	2,325,710.281500
18	522,478.063855	2,325,710.039930
19	522,476.415694	2,325,709.316350
20	522,475.867166	2,325,709.075530

Tabla I.3. Coordenadas del restaurante.

Coordenadas restaurante

Coordenadas edificio de 60 habitaciones		
Vértice	X	Y
21	522,478.345424	2,325,703.430580
22	522,448.770098	2,325,690.446360
23	522,442.867234	2,325,703.854520
24	522,446.918131	2,325,705.632960
25	522,472.273165	2,325,716.764380
26	522,469.872770	2,325,722.231970
27	522,472.985962	2,325,723.598730
28	522,473.921223	2,325,721.468410
29	522,493.332892	2,325,729.990560
30	522,492.448517	2,325,732.004980
31	522,495.561710	2,325,733.371740
32	522,497.911219	2,325,728.020050
33	522,527.120287	2,325,740.843480
34	522,526.185027	2,325,742.973810
35	522,529.298219	2,325,744.340570
36	522,530.233479	2,325,742.210240
37	522,552.772075	2,325,752.105190
38	522,556.343090	2,325,753.672940
39	522,558.915816	2,325,747.812810

Vértice	X	Y
A1	522,594.437508	2,325,759.632250
A2	522,594.806211	2,325,757.827800
A3	522,595.521587	2,325,754.326730

Coordenadas restaurante		
Vértice	X	Y
A4	522,580.286032	2,325,751.213620
A5	522,579.555319	2,325,754.789800
A6	522,578.974753	2,325,757.631140
A7	522,578.484273	2,325,760.031590
A8	522,583.652661	2,325,761.087640
A9	522,588.747459	2,325,762.128660
A10	522,593.719817	2,325,763.144660
B1	522,577.603065	2,325,757.350860
B2	522,574.271821	2,325,756.670190
B3	522,573.781340	2,325,759.070650
B4	522,578.484273	2,325,760.031590
B5	522,578.974753	2,325,757.631140

Coordenadas Alberca y regaderas		
Vértice	X	Y
5	522,577.414396	2,325,729.165240
6	522,574.181206	2,325,728.504600
7	522,571.778877	2,325,740.261670
8	522,576.089805	2,325,741.142530
9	522,576.570272	2,325,738.791110
10	522,584.996176	2,325,740.512770
11	522,584.515712	2,325,742.864180
12	522,594.901129	2,325,744.986230
13	522,595.381598	2,325,742.634800
14	522,601.456087	2,325,743.876010
15	522,600.975623	2,325,746.227410
16	522,604.502745	2,325,746.948110
R1	522,568.060105	2,325,727.284070
R2	522,613.092216	2,325,752.690140
R3	522,613.506616	2,325,732.878320

Tabla I.4. Coordenadas baños y vestidores.

Coordenadas baños y vestidores		
Vértice	X	Y
1	522,562.629764	2,325,751.791390
2	522,563.494039	2,325,749.822760
3	522,558.915816	2,325,747.812810
4	522,556.343090	2,325,753.672940
5	522,560.921306	2,325,755.682900
6	522,561.785589	2,325,753.714250

Tabla I.5. Coordenadas alberca y regaderas

Coordenadas Alberca y regaderas		
Vértice	X	Y
1	522,606.905072	2,325,735.191040
2	522,603.671876	2,325,734.530400
3	522,603.753516	2,325,734.103080
4	522,577.501484	2,325,728.739020

Tabla I.6. Coordenadas de las circulaciones y accesos.

Coordenadas circulaciones y accesos		
Vértice	X	Y
Circulación interna		
A1	522,482.472823	2,325,699.997220
A2	522,480.792282	2,325,699.347400

Coordenadas circulaciones y accesos		
Vértice	X	Y
A3	522,476.415694	2,325,709.316350
A4	522,478.063855	2,325,710.039930
B1	522,505.725377	2,325,708.228610
B2	522,503.998865	2,325,707.683490
B3	522,498.940555	2,325,719.205260
B4	522,500.588716	2,325,719.928840
C1	522,539.584189	2,325,718.918860
C2	522,537.857677	2,325,718.373740
C3	522,531.262815	2,325,733.395450
C4	522,532.910976	2,325,734.119030
D1	522,579.555319	2,325,754.789800
D2	522,573.131034	2,325,753.477120
D3	522,572.409534	2,325,752.385050
D4	522,573.881301	2,325,745.182180
D5	522,572.215677	2,325,744.841850
D6	522,570.374179	2,325,753.854200
D7	522,568.958649	2,325,754.789410
D8	522,566.118912	2,325,753.542700
D9	522,565.435517	2,325,755.099330
D10	522,569.123149	2,325,756.718280
D11	522,571.810920	2,325,754.942540
D12	522,577.843300	2,325,756.175140
D13	522,577.603065	2,325,757.350860
D14	522,578.974753	2,325,757.631140
E1	522,622.525374	2,325,761.657490
E2	522,623.992159	2,325,761.536890
E3	522,625.462646	2,325,761.597470
E4	522,625.482431	2,325,761.600860
E5	522,625.730333	2,325,760.762700
E6	522,625.735285	2,325,760.745960
E7	522,625.750296	2,325,760.713990
E8	522,626.103604	2,325,759.961580

Coordenadas circulaciones y accesos		
Vértice	X	Y
E9	522,626.081372	2,325,759.959640
E10	522,624.255749	2,325,759.834410
E11	522,622.429778	2,325,759.954450
E12	522,620.636260	2,325,760.317600
E13	522,619.523537	2,325,760.534130
E14	522,618.390984	2,325,760.582740
E15	522,617.263798	2,325,760.462360
E16	522,616.167057	2,325,760.175660
E17	522,615.125162	2,325,759.729010
E18	522,613.728737	2,325,759.110420
E19	522,612.265966	2,325,758.671150
E20	522,610.759774	2,325,758.418090
E21	522,610.594992	2,325,758.091640
E22	522,610.378414	2,325,757.796990
E23	522,610.116021	2,325,757.542290
E24	522,609.815065	2,325,757.334560
E25	522,610.055650	2,325,756.603710
E26	522,610.188908	2,325,755.845900
E27	522,610.212082	2,325,755.076810
E28	522,610.124693	2,325,754.312350
E29	522,609.928548	2,325,753.568340
E30	522,607.804368	2,325,753.134310
E31	522,608.123940	2,325,753.653420
E32	522,608.352658	2,325,754.218490
E33	522,608.484144	2,325,754.813730
E34	522,608.514730	2,325,755.422560
E35	522,608.443562	2,325,756.027990
E36	522,608.272626	2,325,756.613130
E37	522,608.006690	2,325,757.161660
E38	522,607.671232	2,325,757.308900
E39	522,607.364860	2,325,757.509780
E40	522,607.096069	2,325,757.758700

Coordenadas circulaciones y accesos		
Vértice	X	Y
E41	522,606.872312	2,325,758.048780
E42	522,606.699793	2,325,758.371970
E43	522,606.583297	2,325,758.719310
E44	522,605.120202	2,325,759.178740
E45	522,603.387437	2,325,759.685110
E46	522,601.594858	2,325,759.898520
E47	522,599.791642	2,325,759.813120
E48	522,598.027258	2,325,759.431230
E49	522,596.350111	2,325,758.763360
E50	522,594.806211	2,325,757.827800
E51	522,594.437508	2,325,759.632250
E52	522,596.167694	2,325,760.553720
E53	522,598.019874	2,325,761.195650
E54	522,599.949209	2,325,761.542500
E55	522,601.908994	2,325,761.585890
E56	522,603.851790	2,325,761.324760
E57	522,605.730564	2,325,760.765430
E58	522,606.852076	2,325,760.404910
E59	522,607.071356	2,325,760.699400
E60	522,607.336558	2,325,760.953320
E61	522,607.640296	2,325,761.159600
E62	522,607.974110	2,325,761.312500
E63	522,608.328702	2,325,761.407750
E64	522,608.694197	2,325,761.442700
E65	522,609.060415	2,325,761.416380
E66	522,609.417156	2,325,761.329520
E67	522,609.754484	2,325,761.184550
E68	522,610.063005	2,325,760.985490
E69	522,610.334125	2,325,760.737900
E70	522,610.560292	2,325,760.448660
E71	522,610.735209	2,325,760.125840
E72	522,611.978839	2,325,760.350310

Coordenadas circulaciones y accesos		
Vértice	X	Y
E73	522,613.186495	2,325,760.722550
E74	522,614.340684	2,325,761.237180
E75	522,615.615635	2,325,761.783740
E76	522,616.957700	2,325,762.134580
E77	522,618.337019	2,325,762.281890
E78	522,619.722906	2,325,762.222400
E79	522,621.084529	2,325,761.957430
Circulación interna		
A1	522,588.747459	2,325,762.128660
A2	522,583.652661	2,325,761.087640
A3	522,583.592602	2,325,761.381580
A4	522,583.476026	2,325,761.357760
A5	522,583.084814	2,325,761.307230
A6	522,582.690414	2,325,761.314250
A7	522,582.301246	2,325,761.378660
A8	522,581.925616	2,325,761.499080
A9	522,581.571541	2,325,761.672950
A10	522,581.246579	2,325,761.896560
A11	522,580.885257	2,325,762.145160
A12	522,580.491549	2,325,762.338420
A13	522,580.073870	2,325,762.472210
A14	522,579.641147	2,325,762.543680
A15	522,579.202630	2,325,762.551280
A16	522,578.767689	2,325,762.494870
A17	522,578.728419	2,325,762.686490
A18	522,585.846555	2,325,764.140670
A19	522,592.304743	2,325,764.843830
A20	522,592.326308	2,325,764.645760
A21	522,591.840410	2,325,764.551790
A22	522,591.376572	2,325,764.379220
A23	522,590.947417	2,325,764.132740
A24	522,590.564624	2,325,763.819060

Coordenadas circulaciones y accesos		
Vértice	X	Y
A25	522,590.238611	2,325,763.446710
A26	522,589.992405	2,325,763.158430
A27	522,589.708247	2,325,762.907470
A28	522,589.391741	2,325,762.698790
A29	522,589.049126	2,325,762.536490
A30	522,588.687156	2,325,762.423790
A31	522,588.747459	2,325,762.128660
B1	522,436.867599	2,325,704.574040
B2	522,442.094779	2,325,707.655360
B3	522,442.175176	2,325,707.472230
B4	522,441.973266	2,325,707.361680
B5	522,441.793621	2,325,707.217740
B6	522,441.641699	2,325,707.044800
B7	522,441.522117	2,325,706.848100
B8	522,441.438507	2,325,706.633630
B9	522,441.393411	2,325,706.407890
B10	522,441.388199	2,325,706.177750
B11	522,441.423029	2,325,705.950210
B12	522,441.496842	2,325,705.732170
B13	522,444.787373	2,325,698.237030
B14	522,445.025173	2,325,697.538170
B15	522,445.140516	2,325,696.809020
B16	522,445.130034	2,325,696.070880
B17	522,444.994034	2,325,695.345310
B18	522,444.736486	2,325,694.653480
B19	522,444.364911	2,325,694.015590
B20	522,443.890159	2,325,693.450290
B21	522,443.326092	2,325,692.974070
B22	522,442.689182	2,325,692.600830
B23	522,441.998025	2,325,692.341480
B24	522,441.272804	2,325,692.203590
B25	522,440.534695	2,325,692.191190

Coordenadas circulaciones y accesos		
Vértice	X	Y
B26	522,439.805250	2,325,692.304630
B27	522,439.105769	2,325,692.540610
B28	522,438.456677	2,325,692.892230
B29	522,437.876927	2,325,693.349230
B30	522,437.383447	2,325,693.898270
B31	522,436.990648	2,325,694.523300
B32	522,436.709999	2,325,695.206090
B33	522,436.549695	2,325,695.926680
B34	522,436.514416	2,325,696.664050
B35	522,436.605193	2,325,697.396670
B36	522,436.819375	2,325,698.103120
B37	522,437.150708	2,325,698.762800
B38	522,437.589518	2,325,699.356440
B39	522,438.122990	2,325,699.866700
B40	522,438.735548	2,325,700.278690
B41	522,438.931682	2,325,700.385090
B42	522,439.107104	2,325,700.522990
B43	522,439.256804	2,325,700.688450
B44	522,439.376510	2,325,700.876760
B45	522,439.462804	2,325,701.082530
B46	522,439.513222	2,325,701.299890
B47	522,439.526325	2,325,701.522640
B48	522,439.501739	2,325,701.744420
B49	522,439.440166	2,325,701.958890
B50	522,438.590756	2,325,703.893660
B51	522,438.465445	2,325,704.058670
B52	522,438.315868	2,325,704.202040
B53	522,438.145707	2,325,704.320260
B54	522,437.959150	2,325,704.410400
B55	522,437.760790	2,325,704.470260
B56	522,437.555510	2,325,704.498350
B57	522,437.348362	2,325,704.493990

Coordenadas circulaciones y accesos		
Vértice	X	Y
B58	522,437.144445	2,325,704.457280
B59	522,436.948780	2,325,704.389130
C1	522,565.435517	2,325,755.099330
C2	522,566.118912	2,325,753.542700
C2	522,568.044492	2,325,749.156640
C4	522,568.118219	2,325,748.908940
C1	522,568.148935	2,325,748.652330
C2	522,568.135751	2,325,748.394220
C2	522,568.079049	2,325,748.142080
C4	522,567.980466	2,325,747.903180
C1	522,567.842851	2,325,747.684420
C2	522,567.670178	2,325,747.492130
C2	522,567.467435	2,325,747.331860
C4	522,567.240480	2,325,747.208230
C1	522,564.724756	2,325,746.103770
C2	522,564.535717	2,325,745.990010
C2	522,564.368257	2,325,745.846360
C4	522,564.227049	2,325,745.676830
C1	522,564.116035	2,325,745.486170
C2	522,564.038314	2,325,745.279680
C2	522,563.996056	2,325,745.063130
C4	522,563.990438	2,325,744.842570
C1	522,564.021620	2,325,744.624150
C2	522,564.088729	2,325,744.413970
C2	522,564.263044	2,325,743.713390
C4	522,564.318271	2,325,742.993560
C1	522,564.252867	2,325,742.274580
C2	522,564.068659	2,325,741.576530
C2	522,563.770791	2,325,740.918890
C4	522,563.367578	2,325,740.320040
C1	522,562.870279	2,325,739.796680
C2	522,562.292779	2,325,739.363440

Coordenadas circulaciones y accesos		
Vértice	X	Y
C2	522,561.651201	2,325,739.032400
C4	522,556.073427	2,325,736.583640
C1	522,555.717407	2,325,737.398600
C2	522,552.414738	2,325,744.958700
C2	522,555.527928	2,325,746.325460
C4	522,555.569051	2,325,746.250110
C1	522,555.622459	2,325,746.182900
C2	522,555.686574	2,325,746.125810
C2	522,555.759507	2,325,746.080530
C4	522,555.839110	2,325,746.048390
C1	522,555.923037	2,325,746.030330
C2	522,556.008816	2,325,746.026890
C2	522,556.093919	2,325,746.038170
C4	522,556.175840	2,325,746.063840
C1	522,563.705940	2,325,749.369720
C2	522,563.780281	2,325,749.412660
C2	522,563.846185	2,325,749.467670
C4	522,563.901710	2,325,749.533140
C1	522,563.945220	2,325,749.607150
C2	522,563.975433	2,325,749.687500
C2	522,563.991459	2,325,749.771840
C4	522,563.992827	2,325,749.857680
C1	522,563.979495	2,325,749.942490
C2	522,563.951857	2,325,750.023760
C2	522,563.087587	2,325,751.992390
C4	522,562.629764	2,325,751.791390
C1	522,561.785589	2,325,753.714250
C2	522,562.243411	2,325,753.915240
C2	522,560.601241	2,325,757.655760
C4	522,560.488059	2,325,757.852420
C1	522,560.342884	2,325,758.026800
C2	522,560.169999	2,325,758.173760

Coordenadas circulaciones y accesos		
Vértice	X	Y
C2	522,559.974511	2,325,758.288950
C4	522,559.762189	2,325,758.368980
C1	522,559.539301	2,325,758.411480
C2	522,559.312428	2,325,758.415200
C2	522,559.088267	2,325,758.380020
C4	522,558.873437	2,325,758.307000
C1	522,558.793039	2,325,758.490130
C2	522,560.421068	2,325,758.945530
C2	522,564.797812	2,325,759.839980
C4	522,564.878210	2,325,759.656850
C1	522,564.676299	2,325,759.546300
C2	522,564.496654	2,325,759.402360
C2	522,564.344732	2,325,759.229410
C4	522,564.225150	2,325,759.032720
C1	522,564.141541	2,325,758.818240
C2	522,564.096445	2,325,758.592510
C2	522,564.091232	2,325,758.362370
C4	522,564.126062	2,325,758.134820
C1	522,564.199875	2,325,757.916780
C2	522,565.435517	2,325,755.099330

Tabla I.7. Coordenadas del asoleadero.

Coordenadas asoleadero		
Vértice	X	Y
1	522,607.804368	2,325,753.134310
2	522,609.928548	2,325,753.568340
3	522,611.454356	2,325,753.880110
4	522,612.016250	2,325,751.137060
5	522,608.685075	2,325,750.456400
6	522,609.245618	2,325,747.713090
7	522,615.124146	2,325,748.914250
8	522,616.165157	2,325,743.819510
9	522,617.340864	2,325,744.059740
10	522,616.139700	2,325,749.938280
11	522,630.836052	2,325,752.941190
12	522,632.317487	2,325,745.690990
13	522,616.837324	2,325,742.527930
14	522,617.758216	2,325,738.021050
15	522,632.062658	2,325,740.943880
16	522,633.337734	2,325,734.703620
17	522,617.661632	2,325,731.500510
18	522,616.626787	2,325,736.565080
19	522,611.728006	2,325,735.564110
20	522,612.739682	2,325,730.613180
21	522,610.754195	2,325,730.339920
22	522,609.648376	2,325,735.751580
23	522,606.905072	2,325,735.191040
24	522,604.502745	2,325,746.948110
25	522,600.975623	2,325,746.227410
26	522,601.456087	2,325,743.876010
27	522,595.381598	2,325,742.634800
28	522,594.901129	2,325,744.986230
29	522,584.515712	2,325,742.864180
30	522,584.996176	2,325,740.512770
31	522,576.570272	2,325,738.791110

Coordenadas asoleadero		
Vértice	X	Y
32	522,576.089805	2,325,741.142530
33	522,571.778877	2,325,740.261670
34	522,574.181206	2,325,728.504600
35	522,571.241922	2,325,727.904010
36	522,571.540293	2,325,726.443780
37	522,569.562158	2,325,726.134630
38	522,569.002155	2,325,728.875300
39	522,563.515512	2,325,727.754210
40	522,561.793844	2,325,736.180110
41	522,563.949311	2,325,736.620540
42	522,563.588961	2,325,738.384100
43	522,566.920151	2,325,739.064760
44	522,565.999249	2,325,743.571690
45	522,572.215677	2,325,744.841850
46	522,573.881301	2,325,745.182180
47	522,575.013006	2,325,745.413410
48	522,574.372407	2,325,748.548630
49	522,606.117883	2,325,755.035000
50	522,606.556925	2,325,752.879410

Además de las obras que comprende el proyecto, se realizarán actividades en la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT), en un área cuyas coordenadas de ubicación se muestran en la siguiente tabla.

Tabla I.8. Coordenadas de ubicación de obras y actividades en la ZFMT

Coordenadas de ubicación		
Componente	X	Y
Paso a playa 1	522,570.688704	2,325,725.563880
Paso a playa 2	522,611.864296	2,325,729.821150
Camastros	522,592.924066	2,325,723.091570
Palapas	522,503.812221	2,325,694.781100

I.1.3. Duración del proyecto

Se estima una vida útil del proyecto de 52 años, de los cuales los dos primeros años se dedicarán a la preparación del sitio y construcción del proyecto. Para el inicio del proyecto se tramitarán todos los permisos requeridos para su desarrollo.

I.2. Datos generales del promovente

I.2.1. Nombre o razón social

El promovente del proyecto es la empresa “**Villa Playa Blanca S. A. de C. V.**”.

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente

El RFC de la empresa promovente es “**VPB760823-9C3**”, se anexa copia simple.

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal

La representante legal de la empresa es la “**Lic. Sandra Alicia Hernández Sánchez**”.

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

“Arquitecturazul”

Pedregal del Bosque SM 43

Manzana 7, Lote 11

Calle Ébano, CP. 77506, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo

Teléfono Oficina: 998.882.07.32

Teléfono celular: [REDACTED]

Correo Electrónico: [REDACTED]

I.2.5. Presentación de documentación que ampara la posesión del terreno

Para comprobar la posesión del terreno por parte de la promovente, se anexan copias certificadas del título de propiedad y protocolización de subdivisión del predio.

I.3. Datos generales del consultor

I.3.1. Responsable de la elaboración del Documento Técnico Unificado

I.3.1.1. Nombre o razón social del responsable técnico del Documento Técnico Unificado

Biól. Alfonso Carbajal Domínguez

Cédula profesional: [REDACTED]

I.3.1.2. Dirección y correo electrónico del responsable técnico del documento

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

I.3.2. Datos de inscripción en el registro de la persona que haya formulado el estudio en materia forestal y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso del suelo

I.3.2.1. Nombre de la consultora e inscripción al registro nacional forestal

Nombre: Consultoría ambiental Bosque y Selvas de Oaxaca S. C.

Registro nacional forestal: Inscrito en Cédula fechada el 21 de mayo de 2012, integrada al Libro OAX, Tipo VI, Volumen 3, Número 13, Año 12. Se adjunta en anexos del capítulo I copia del certificado de inscripción en el Registro Forestal Nacional (ver capítulo IX).

Director general: Biól. Ulises Reynosa Guerrero

Cédula Profesional: [REDACTED]. Se adjunta en anexos del capítulo I copia de la cédula profesional (ver capítulo IX).

Personal participante

A continuación se listan los participantes en la elaboración del estudio forestal:

- Eugenio Reynosa Guerrero (Ing. Químico)
- Ulises Reynosa Guerrero (Lic. en Biología)
- Martha Elena Huerta Chávez (Lic. en Biología)
- Rosalba López Gonzáles (Lic. en Biología)
- Diana Luis Hernández (Lic. en Biología)
- Teresa Mijangos Arrazola (Lic. en Biología)
- Andrés García Guzmán (Lic. Ambiental)
- Cuauhtémoc Aparicio Cid (Biólogo Marino)



CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES DEL PROYECTO

Contenido

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES DEL PROYECTO	4
II.1. Información general del proyecto	4
II.1.1. Naturaleza del proyecto	4
II.1.2. Justificación y objetivo	5
II.1.3. Ubicación	8
II.1.4. Inversión requerida	10
II.2. Características particulares del proyecto	10
II.2.1. Componentes del proyecto	12
II.2.2. Dimensiones del proyecto	14
II.2.3. Recursos a utilizar por el proyecto	16
II.3. Actividades para la ejecución del proyecto	20
II.3.1. Programa de trabajo	21
II.3.2. Preparación del sitio	22
II.3.3. Construcción	28
II.3.4. Operación y mantenimiento	45
II.3.5. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones	46
II.4. Generación, manejo interno y disposición de residuos y emisiones a la atmósfera	47
II.4.1. Generación, manejo y entrega de residuos sólidos para su disposición final	47
II.4.2. Generación, manejo y descarga de aguas residuales	49
II.4.3. Generación, manejo y disposición final de residuos peligrosos y/o de manejo especial	49
II.4.4. Generación y manejo de emisiones a la atmósfera	51
II.5. Estimación del volumen por especie de materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo	51
II.5.1. Metodología utilizada para la estimación del volumen por especie	51
II.5.2. Estimación del volumen por especie	52
II.5.3. Volumen total por especies	55
II.5.4. Estimación del número de individuos de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas por afectar	56
II.5.5. Destino final de los productos resultantes	57
II.6. Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso de suelo	57
II.6.1. Valor económico maderable	58
II.6.2. Valor de los productos forestales no maderables	60
II.6.3. Valor económico de la fauna	61
II.6.4. Valor de la captura de carbono	63
II.6.5. Estimación económica de los recursos hidrológicos	63
II.6.6. Análisis de beneficios por mantener una cubierta forestal	64

Figuras

<i>Figura II.1. Vistas desde la playa al norte del Complejo Turístico Club Med en 1983 y 2012.</i>	6
<i>Figura II.2. Ubicación del proyecto dentro de la zona hotelera del municipio de Benito Juárez. Fuente: Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún (H. Ayuntamiento de Benito Juárez.</i>	7
<i>Figura II.3. Representación gráfica regional del área propuesta para el proyecto de acuerdo a las regiones hidrográficas de INEGI.</i>	8
<i>Figura II.4. Ubicación local del proyecto.</i>	9
<i>Figura II.5. Polígonos del proyecto.</i>	11
<i>Figura II.6. Vista general del proyecto.</i>	13
<i>Figura II.7. Ubicación del edificio de 60 habitaciones en la vista de conjunto.</i>	30
<i>Figura II.8. Habitación tipo club (2 módulos).</i>	32
<i>Figura II.9. Habitación tipo deluxe (2 módulos). Nota: se anexa plano “Edificio_habitaciones tipo”, ver capítulo IX.</i>	33
<i>Figura II.10. Aspecto que tendrá la fachada hacia la calle del edificio de 60 habitaciones</i>	34
<i>Figura II.11. Ubicación del restaurante en la vista de conjunto del proyecto.</i>	35
<i>Figura II.12. Vistas en alzado del restaurante.</i>	35
<i>Figura II.13. Ubicación de los baños y vestidores en la vista de conjunto del proyecto.</i>	36
<i>Figura II.14. Ubicación de la edificación existente en la vista aérea actual, misma que se acondicionará para fungir como cuarto de máquinas en la operación del proyecto.</i>	37
<i>Figura II.15. Vista en planta y distribución de espacios de la alberca y el asoleadero que la rodea.</i>	39
<i>Figura II.16. Ubicación de la alberca y las 3 regaderas en la vista de conjunto del proyecto.</i>	39
<i>Figura II.17. Niveles de proyecto.</i>	40
<i>Figura II.18. Ubicación de las circulaciones y accesos en la vista general del proyecto. En color lila la circulación interna y en color guinda los accesos vehiculares y la bahía.</i>	41
<i>Figura II.19. Mobiliario tipo a colocar en las áreas ajardinadas. Camas balinesas sin y con cortinas.</i>	42
<i>Figura II.20. Mobiliario tipo a colocar en las áreas ajardinadas (camastros).</i>	43
<i>Figura II.21. Pasos a playa con decks de madera sobre pilotes hincados en el terreno.</i>	44
<i>Figura II.22. Aspecto previsto de las obras abiertas del proyecto.</i>	45
<i>Figura II.23. Representación gráfica del V.T.A. (m³) a remover por especie en VSA/SMQ.</i>	55

Tablas

<i>Tabla II.1. Obras del proyecto.</i>	12
<i>Tabla II.2. Obras provisionales del proyecto.</i>	14
<i>Tabla II.3. Desglose de superficies de afectación del proyecto.</i>	15
<i>Tabla II.4. Superficies de ocupación de las obras provisionales.</i>	15
<i>Tabla II.5. Recursos humanos durante la preparación del sitio y construcción.</i>	16
<i>Tabla II.6. Insumos para la construcción.</i>	17
<i>Tabla II.7. Actividades del proyecto de acuerdo a la etapa de desarrollo.</i>	20
<i>Tabla II.8. Programa de trabajo.</i>	22
<i>Tabla II.9. Relación entre las obras y las actividades asociadas a las mismas en la etapa de preparación del sitio.</i>	25
<i>Tabla II.10. Obras principales y actividades asociadas durante su construcción.</i>	29
<i>Tabla II.11. Distribución de espacios en el edificio de 60 habitaciones.</i>	31
<i>Tabla II.12. Instalaciones principales del proyecto.</i>	38
<i>Tabla II.13. Residuos sólidos a generar por el proyecto.</i>	47
<i>Tabla II.14. Posibles fuentes de generación de aguas residuales.</i>	49
<i>Tabla II.15. Posibles fuentes de generación de residuos peligrosos.</i>	50
<i>Tabla II.16. Intensidad de muestreo por estrato de CUSTF.</i>	52
<i>Tabla II.17. Modelos logarítmicos utilizados para estimar el volumen de materia prima forestal.</i>	53
<i>Tabla II.18. V.T.A. (m3) a remover por especie en VSA/SMQ (5374.13 m2).</i>	55
<i>Tabla II.19. Número de individuos (ni) a remover por especie y por estrato (VSA/SMQ).</i>	56
<i>Tabla II.20. Clasificación de los productos forestales maderables.</i>	59
<i>Tabla II.21. Valor económico de los recursos forestales maderables, en el polígono del Proyecto.</i>	59
<i>Tabla II.22. Valor económico de los recursos vegetales no maderables, en el polígono del Proyecto.</i>	60
<i>Tabla II.23. Valoración económica de la fauna en el polígono del proyecto.</i>	61
<i>Tabla II.24. Valoración económica de la captura de carbono en polígonos del proyecto.</i>	63
<i>Tabla II.25. Valoración económica de los recursos biológico-forestales en el polígono del proyecto.</i>	64

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES DEL PROYECTO

II.1. Información general del proyecto

II.1.1. Naturaleza del proyecto

El área propuesta para el proyecto “Ampliación sur del Club Med” (de aquí en adelante referido como proyecto), se encuentra dentro del predio del Complejo Turístico Club Med (72,614.32 m²), por lo que colinda con diversas obras relacionadas a éste e incluso hará uso de una de sus edificaciones.

En particular, el proyecto consiste en la construcción y operación de obras relacionadas a la actividad turística, específicamente al hospedaje con servicios integrados. Los elementos principales que integran al proyecto son los siguientes: un edificio de 60 habitaciones y un restaurante (ver desglose completo en apartado componentes del proyecto), así como la rehabilitación de una de las edificaciones ya existentes, la cual será utilizada como cuarto de máquinas.

El proyecto implica una ampliación de las obras y actividades que actualmente comprende el Complejo Turístico Club Med, las cuales no requirieron de autorizaciones en materia de impacto ambiental debido a que fueron desarrolladas en el año 1975 y puestas en operación en el año de 1976; esto es, previo a la entrada en vigor de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

II.1.2. Justificación y objetivo

En los primeros años de operación del Complejo Turístico Club Med no había hoteles circundantes, se encontraba casi aislado, lo que generaba en los clientes la sensación de exclusividad y permitía ofrecer sus servicios a un precio rentable con un reducido número de cuartos. Con el paso de los años, la demanda de servicios en el Complejo Turístico Club Med ha aumentado a la par del desarrollo turístico de Punta Nizuc, construyéndose hoteles en las cercanías hasta conformarse en una zona netamente turística (ver imagen siguiente).

Por otro lado, consecuente al mayor flujo de turistas y al aumento de oferta turística en la zona ha disminuido la sensación de exclusividad para los clientes del Complejo Turístico Club Med (ver imagen siguiente), por lo que se presenta la necesidad de aumentar su capacidad de hospedaje.



Figura II.1. Vistas desde la playa al norte del Complejo Turístico Club Med en 1983 y 2012.

Es por lo ya mencionado que el proyecto tiene como objetivo coadyuvar en la atención de la demanda de servicios de hospedaje y de las actividades recreativas del Complejo Turístico Club Med para mejorar su rentabilidad.

Es importante indicar que la naturaleza del proyecto es acorde al Complejo Turístico Club Med, y a la vocación del área, ya que se desarrollará dentro de una zona con reconocida vocación turística, como se puede consultar en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cancún, Municipio de Benito Juárez (ver figura siguiente).

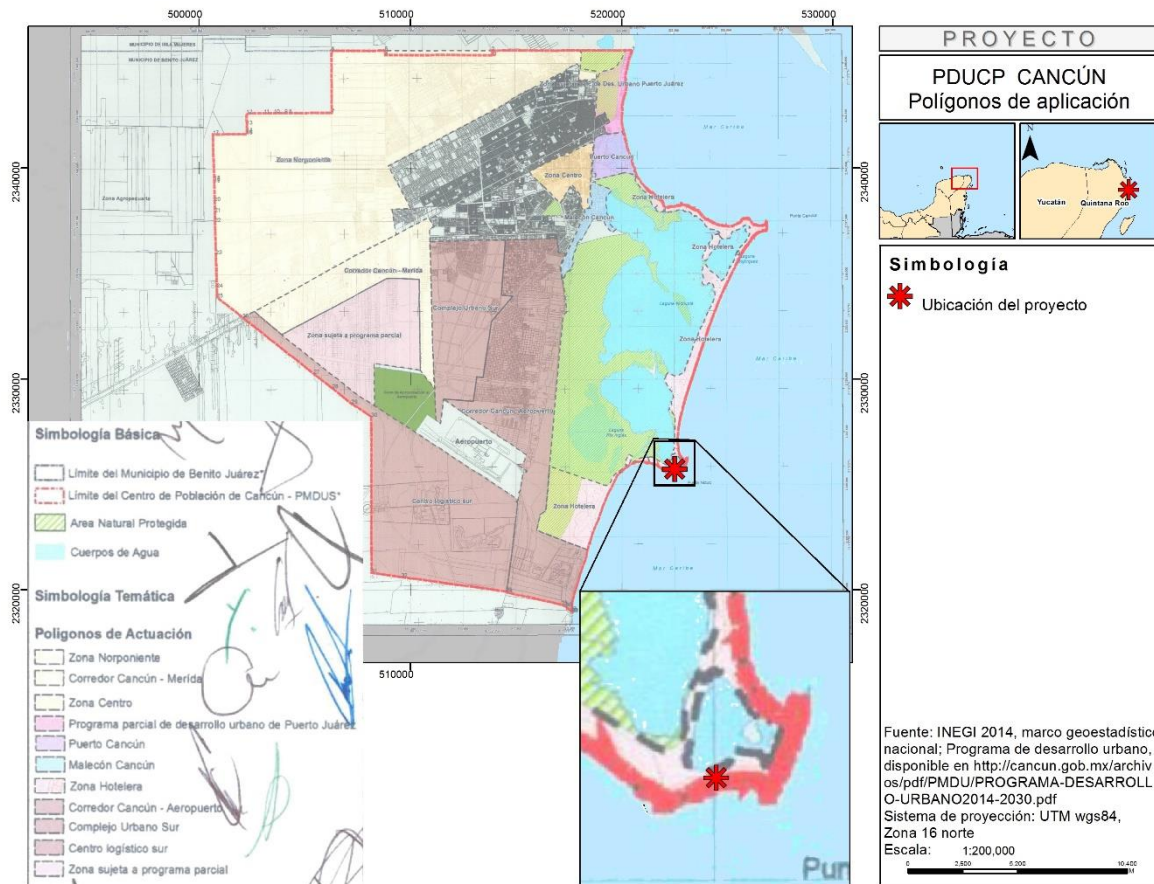


Figura II.2. Ubicación del proyecto dentro de la zona hotelera del municipio de Benito Juárez. Fuente: Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cancún, Municipio de Benito Juárez.

Aunado a lo anterior, como ya fue señalado, el área propuesta para el proyecto se encuentra dentro del polígono del Complejo Turístico Club Med, en un área libre de construcciones y con una extensión suficiente para el desarrollo de las obras del proyecto, contando además con servicios e instalaciones que se podrán aprovechar.

II.1.3. Ubicación

II.1.3.1. Representación gráfica regional

El área propuesta para el proyecto se encuentra dentro de la Región Hidrográfica 32 Yucatán Norte (Yucatán), cuenca A Quintana Roo, Subcuenca a Quintana Roo (INEGI, 2010), tal como se muestra en la siguiente figura.

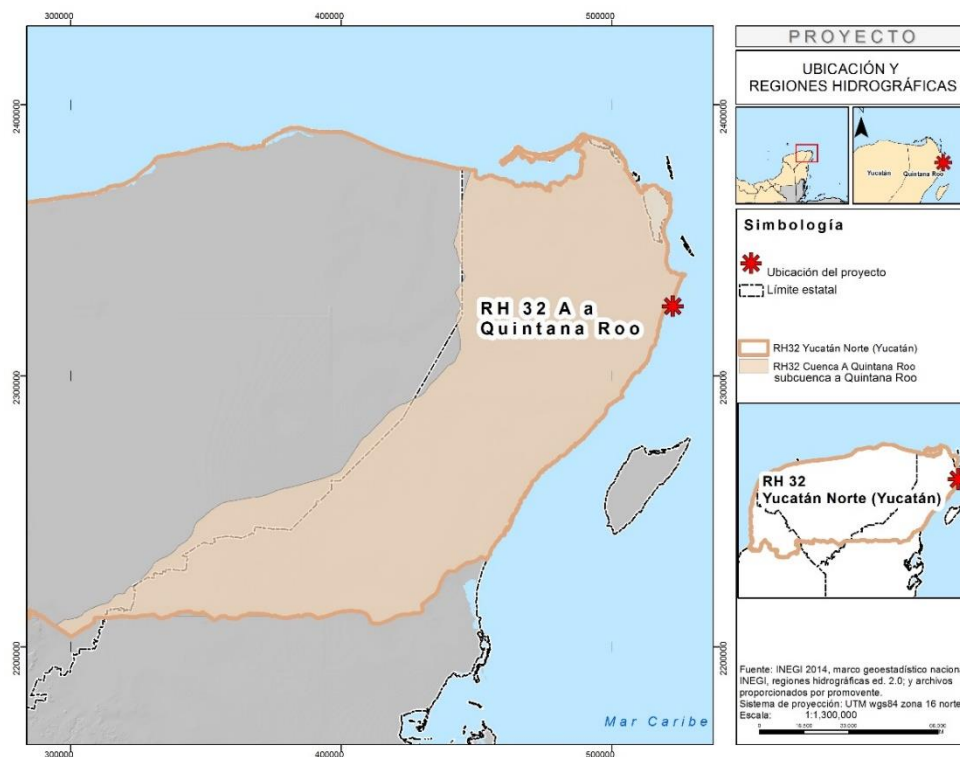


Figura II.3. Representación gráfica regional del área propuesta para el proyecto de acuerdo a las regiones hidrográficas de INEGI.

II.1.3.2. Representación gráfica local

A nivel local, el área propuesta para el proyecto se encuentra en punta Nizuc, dentro de la zona hotelera de Cancún, en el municipio de Benito Juárez, inmersa en una zona urbanizada, lo cual se puede corroborar por la presencia de construcciones y diversa

infraestructura, así como de vías de acceso al área del proyecto, como lo es el boulevard Kukulcán, que representa un acceso a ésta (ver figura siguiente).

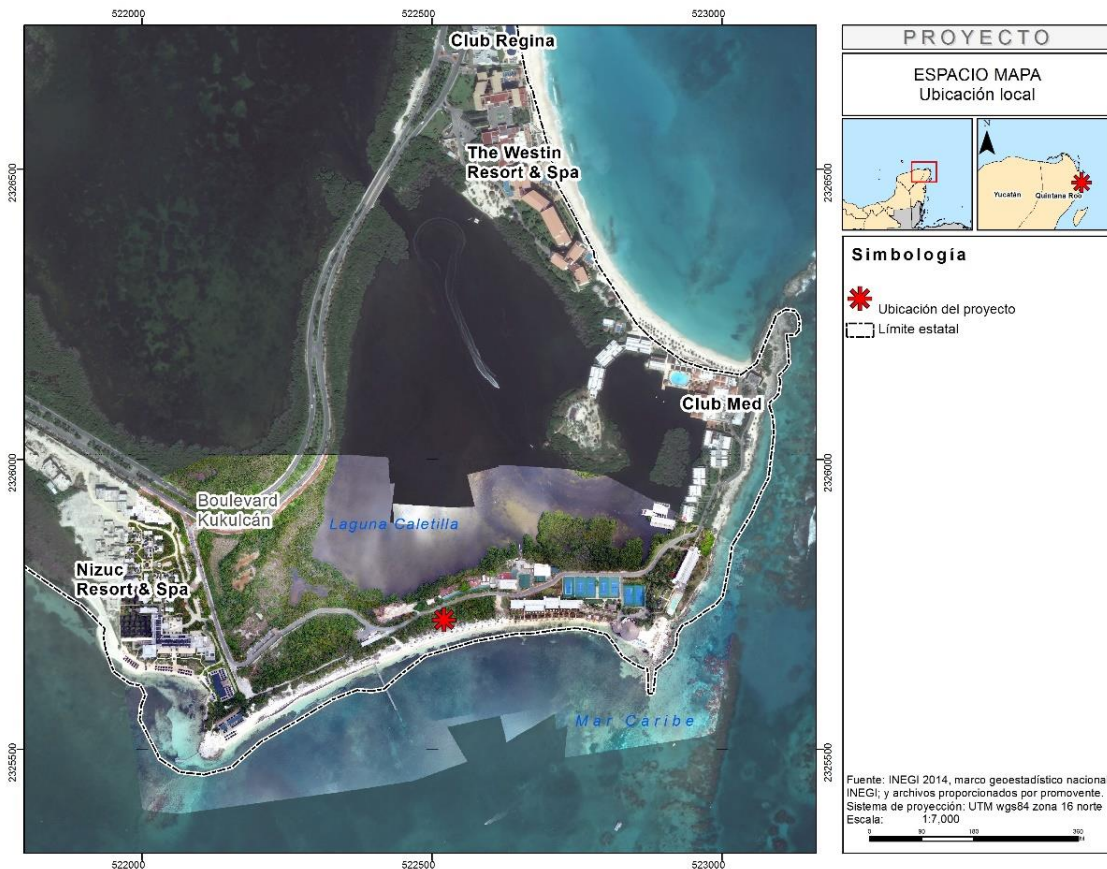


Figura II.4. Ubicación local del proyecto.

Como se puede ver en la figura anterior, hacia el este y norte se encuentran construcciones del Complejo Turístico Club Med; al norte se encuentra la laguna Caletilla, y al oeste se encuentra un lote sin ningún desarrollo. También se observa la cercanía de los desarrollos turísticos “Nizuc Resort & Spa” al oeste y el “The Westin Resort & Spa” hacia el norte (al otro extremo de la laguna Caletilla).

II.1.3.3. Coordenadas

Para precisar la ubicación del proyecto, en el capítulo I se presentaron las coordenadas de los polígonos y de las obras del proyecto en sistema de proyección UTM WGS 84, zona 16 N.

II.1.4. Inversión requerida

Para la preparación del sitio y construcción del proyecto se requerirá una inversión de € 7'998,964.00 (siete millones, novecientos noventa y ocho mil, novecientos sesenta y cuatro 00/100 euros), equivalentes a \$168'821,290.54¹ pesos (ciento sesenta y ocho millones, ochocientos veintiún mil, doscientos noventa 54/100 MN), además de un monto estimado para las medidas ambientales de \$300,000.00 pesos (trescientos mil 00/100 MN).

II.2. Características particulares del proyecto

El proyecto comprende obras principales y obras provisionales. Las obras principales consideran la construcción y operación de edificaciones (edificio de 60 habitaciones, restaurante, así como baños y vestidores), áreas abiertas (destinadas al asoleadero, áreas ajardinadas, circulaciones y accesos, alberca y regaderas, pasos a playa, camastros y palapas), así como las instalaciones para proveer de servicios a las diferentes obras. Aunado a lo anterior, se considera la remodelación de una construcción de un solo nivel existente desde el inicio de operación del Complejo Turístico Club Med, en los años 70s, para ser utilizada como cuarto de máquinas. Todas las obras principales estarán en operación durante la vida útil del proyecto.

¹ Considerando la equivalencia (euro-peso) vigente el día 03 de junio de 2016.

En cuanto a las obras provisionales se levantarán al inicio de la ejecución del proyecto y permanecerán hasta antes de la etapa de operación y mantenimiento. Estas obras se ubicarán dentro de sitios a ocupar por las obras principales, por lo cual no representarán superficies adicionales de afectación (ver apartado Dimensiones del proyecto).

Para el desarrollo de las obras del proyecto se consideran dos polígonos, denominados A y B, y para las actividades recreativas se hará uso de la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) ubicada al frente al polígono A (ver figura siguiente), en parte de la cual se construirán dos pasos a playa, colocándose además camastros y palapas.

Cabe especificar que las obras provisionales sólo se desplantarán dentro del polígono A.



Figura II.5. Polígonos del proyecto.

II.2.1. Componentes del proyecto

A continuación, en las siguientes tablas, se presenta el desglose de obras del proyecto dividido en obras principales y obras provisionales, indicándose además el polígono de su ubicación.

Tabla II.1. Obras del proyecto.

Obras		Ubicación
1	Edificio de 60 habitaciones	Polígono A
1	Restaurante	
1	Baños y vestidores	
1	Cuarto de máquinas	Polígono B
1	Alberca y regaderas	Polígono A
	Circulaciones y accesos	
	Áreas ajardinadas	
	Instalaciones para proveer de servicios* (Incluye 2 pozos de absorción pluvial)	
1	Asoleadero	Área de uso de ZOFEMAT
2	Pasos a playa	
	Camastros	
6	Palapas	

Nota: *Aunque las instalaciones no son una obra en sí misma (en cuanto a que no ocupan una superficie propia, sino que están inmersas en las obras), se incluyen en el listado porque son elementos importantes para la operación de las edificaciones.

En la siguiente figura se puede visualizar la ubicación de las obras listadas anteriormente.

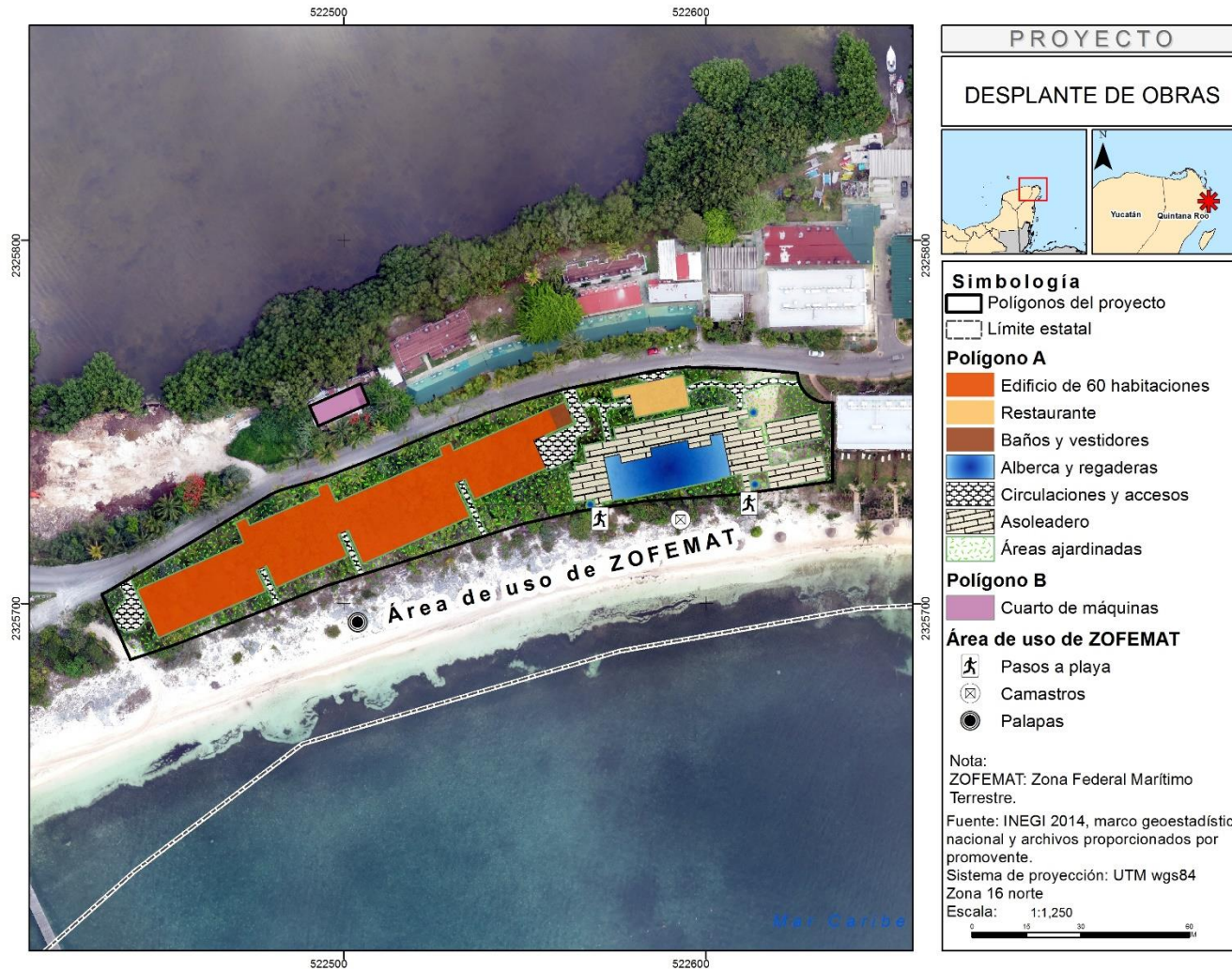


Figura II.6.Vista general del proyecto.

Tabla II.2. Obras provisionales del proyecto.

Obras provisionales		Polígono
1	Bodega	A
1	Área para servicios y disposición de residuos	
1	Área de resguardo temporal de vegetación	

II.2.2. Dimensiones del proyecto

La superficie de afectación del proyecto será de 6,587.48 m², de los cuales 6,201.05 m² corresponden a las obras a desplantar en el polígono A, y 386.43 m² a la superficie a utilizar en la ZOFEMAT para actividades recreativas y para descanso.

Respecto al polígono B del proyecto, aun cuando tiene una superficie de 91.80 m², no representa un área de afectación, ya que se encuentra ocupada actualmente por una construcción que será rehabilitada y acondicionada para ser utilizada como cuarto de máquinas durante la etapa de operación del proyecto, debido a ello se contabilizará como 0.00 m² en la sumatoria total de afectación del proyecto, como se puede ver en la tabla siguiente.

De la superficie total de afectación por el proyecto (6,587.48 m²), se requiere solo el cambio de uso de suelo de terrenos forestales en el área de desplante de infraestructura del polígono A, en una superficie de 5,374.13 m² donde se tiene vegetación secundaria arbórea de selva mediada subperennifolia (para mayor referencia ver capítulo IV).

En la superficie de zona federal solo se realizará la limpieza del sitio, y en el polígono B se rehabilitará, y aprovechará, la infraestructura ya existente, por lo que no se requiere del cambio de uso del suelo.

Tabla II.3. Desglose de superficies de afectación del proyecto.

Concepto	Superficie de afectación
	m ²
Edificio de 60 habitaciones	1,957.97
Restaurante	151.71
Baños y vestidores	32.00
Cuarto de máquinas	0*
Alberca y regaderas	389.34
Circulaciones y accesos	429.12
Áreas ajardinadas	2,424.94
Instalaciones para proveer de servicios (incluye pozos de absorción pluvial)	Las instalaciones forman parte de las obras.
Asoleadero	815.97
Pasos a playa	5.62
Camastros	243.41
Palapas	137.40
Superficie total de afectación	6,587.48

Nota: *El cuarto de máquinas mide 91.80 m²; sin embargo, se aprovechará una construcción existente, por lo que no genera una afectación adicional.

En relación a las obras provisionales, como ya fue mencionado, no representarán áreas de afectación adicionales, ya que se instalarán en los mismos sitios donde se desplantarán las obras principales; sin embargo, en la siguiente tabla se presenta el desglose de la superficie a ocupar por éstas.

Tabla II.4. Superficies de ocupación de las obras provisionales.

Obras provisionales		Superficie
		m ²
1	Bodega	16.00
1	Área para servicios y disposición de residuos	20.00
1	Vivero	180.00

II.2.3. Recursos a utilizar por el proyecto

II.2.3.1. Recursos humanos y generación de empleos

En la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto se generarán 70 empleos directos, considerando la contratación de personal capacitado en las diversas áreas relacionadas a la construcción (ver siguiente tabla). Se prevé que el personal contratado provenga de Cancún o de áreas cercanas al proyecto.

Tabla II.5. Recursos humanos durante la preparación del sitio y construcción.

Concepto	Cantidad	Tiempo en meses
Jornaleros	40	24
Choferes de camiones	10	24
Superintendente de obra	1	24
Residente de obra	3	24
Auxiliar de ingeniero	6	24
Sobrestante	6	24
Jefe administrativo	2	24
Jefe de personal	2	24

II.2.3.2. Insumos requeridos durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto se utilizará diversa maquinaria y equipos (indicados más adelante), así como materiales de construcción usuales para este tipo de proyectos tales como: cementantes, agregados, acero, materiales de albañilería y acabados (ver siguiente tabla).

Tabla II.6. Insumos para la construcción.

DESCRIPCIÓN		CANTIDAD			
		m ³ - o l	m ²	Toneladas	Pieza
Agregados	Agua	1,000.00 m ³	N/A	N/A	N/A
	Arena cribada	890.00 m ³	N/A	N/A	N/A
	Polvo de piedra	254.00 m ³	N/A	N/A	N/A
	Grava triturada	620.00 m ³	N/A	N/A	N/A
	Gravilla de piedra triturada	20.30 m ³	N/A	N/A	N/A
	Sascab*	2,100.00 m ³	N/A	N/A	N/A
Cementantes	Cemento gris	N/A	N/A	250.00	N/A
	Cemento blanco	N/A	N/A	80.00	N/A
	Cemento mortero	N/A	N/A	92.00	N/A
	Calhidra	N/A	N/A	40.00	N/A
	Masimex (masilla)	N/A	N/A	51.00	N/A
	Concreto pre-mezclado	N/A	N/A	1,500.00	N/A
	Calcreto pre-mezclado	N/A	N/A	80.00	N/A
Acero	Alambre y alambión	N/A	N/A	15.00	N/A
	Varilla (diferentes diámetros)	N/A	N/A	42.00	N/A
	Malla electro soldada	N/A	N/A	4,380.00	N/A
Albañilería	Block cemento arena	N/A	N/A	N/A	52,000.00
	Bovedilla de concreto	N/A	N/A	N/A	10,350.00
	Vigueta de concreto	N/A	N/A	N/A	2,850.00
Acabados	Loseta cerámica varias medidas	N/A	1,450.00	N/A	N/A
	Azulejo veneciano:	N/A	1,100.00	N/A	N/A
	Pintura vinílica	1,950.00 l	N/A	N/A	N/A
	Plafón de tablaroca	N/A	942.00	N/A	N/A
	Aluminio	N/A	2,100.00	N/A	N/A
	Impermeabilizante	450.00 l	N/A	N/A	N/A
	Madera	N/A	235l	N/A	N/A

Nota: N/A No aplica. *Sascab: se utilizará para rellenos (nivelación) en caso que el material del sitio no sea útil.

Aunado a los materiales de construcción se requerirán los siguientes insumos:

- Agua para consumo de los trabajadores.
- Gasolina y diésel para la operación de la maquinaria y equipo.

En cuanto a la maquinaria y equipo a utilizar en estas etapas se incluyen las siguientes:

- Herramienta manual para trazo.
- Maquinaria y herramienta manual para desmonte.
- Trituradora para material vegetal de desmonte.
- Equipo mecánico ligero para movimiento de tierras y compactación.
- Retroexcavadora compacta (ligera) con cargador frontal.
- Máquina perforadora con barrenos.
- Grúas.
- Revolvedoras de concreto.
- Máquinas cortadoras.

II.2.3.3. Equipos e insumos para las etapas de operación y el mantenimiento del proyecto

Con respecto a la maquinaria y equipo en las etapas de operación y mantenimiento del proyecto, sólo se considera la que se encontrará en el cuarto de máquinas, que son bombas y equipo hidroneumático.

En cuanto a los insumos principales a utilizar en estas etapas serán los siguientes:

- Energéticos: entre los que destacan la energía eléctrica y gas.

- Agua potable: para servicios sanitarios, regaderas y actividades del área del restaurante (preparación de alimentos, limpieza general, etc.).
- Insumos para el cuarto de máquinas: aceites y gasolina.

II.2.3.4. Fuentes de obtención de los insumos

Los materiales para construcción (a excepción del agua), así como los combustibles necesarios para la operación de la maquinaria y equipos se obtendrán de proveedores autorizados. El sascab se obtendrá de bancos o distribuidores existentes debidamente autorizados.

Respecto al agua potable a utilizar durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto se tendrán dos fuentes según su uso: la primera fuente a considerar será del Complejo Turístico Club Med, (a través de su infraestructura interna) para las actividades de construcción, y como segunda fuente se considera la compra de garrafrones para consumo de agua de los trabajadores.

Para otros insumos, que también requiere el proyecto, se hará uso de redes de servicios existentes en el sitio, ya sea mediante una conexión y/o pago. A continuación se detalla el recurso y prestador del servicio:

- Agua potable: se conectará la red de Aguakan.
- Energía eléctrica: se conectará a la red de la Comisión Federal de Electricidad.
- Gas: se conectará a la red de Z-Gas.
- Drenaje: el predio cuenta con servicio de drenaje de aguas residuales mediante la red de Aguakan.

- Residuos sólidos: el sitio en el que se encuentra el proyecto cuenta con servicio de “recolección, transporte, tratamiento y destino de basura o residuos sólidos urbanos”, a cargo del gobierno municipal.

II.3. Actividades para la ejecución del proyecto

El proyecto considera la realización de las siguientes actividades a lo largo de su desarrollo, la cuales se enlistan en la siguiente tabla.

Tabla II.7. Actividades del proyecto de acuerdo a la etapa de desarrollo.

Actividades del proyecto	
Preparación del sitio	
Limpieza	Delimitación
	Desmante
	Despalme
	Retiro de muros e instalaciones internas de la infraestructura existente en el polígono B del proyecto
Movimiento de tierras (terracerías)	Trazo detallado
	Cortes
	Rellenos
Logística y manejo de residuos durante la preparación del sitio	Instalación, construcción o acondicionamiento del sitio para obras provisionales (incluye letrinas).
	Recibo, manejo y almacenamiento de herramienta y materiales de obra.
	Acopio y manejo de vegetación rescatada para su reincorporación posterior.
	Acopio y disposición de residuos generados durante la preparación del sitio.
Construcción	
Logística y manejo de residuos durante la construcción	Acopio y disposición de residuos generados durante la construcción.
	Reincorporación de vegetación rescatada. *
	Recibo, manejo y almacenamiento de herramientas y materiales de obra.
Albañilerías	Perforación/excavación para cimentación
	Cimentación

	Estructuras verticales
	Techos y estructuras horizontales
	Muros interiores no estructurales
Colocación y/o instalación de complementos	Instalaciones
	Acabados y pavimentos
	Colocación de aditamentos y jardinería
Desmantelamiento de obras provisionales	Retiro de las obras provisionales y limpieza final
Operación y mantenimiento	
Operación del proyecto	Puesta en servicio de instalaciones y maquinaria
	Operación del hotel (edificio de 60 habitaciones) y áreas de servicios
Mantenimiento de las obras e instalaciones	Limpieza cotidiana
	Limpieza especializada
	Sustitución o renovación de piezas de mobiliario y de instalaciones
	Mantenimiento arquitectónico y albañilería
	Jardinería
Manejo de residuos durante la operación y mantenimiento	Acopio y disposición de residuos
	Manejo de aguas residuales

Nota: Las actividades de manejo de residuos en cada etapa del proyecto, se detallan en el apartado “generación, manejo interno y disposición de residuos y emisiones a la atmósfera”. * Para conocer esta actividad ver el capítulo VII.

Es importante aclarar que antes de iniciar con las actividades del proyecto se llevarán a cabo las actividades de rescate de individuos de flora y fauna, siguiendo lo establecido en el Programa de protección, conservación y reubicación de fauna, así como con en el Programa de protección, conservación y reubicación de flora (ver capítulo VII).

II.3.1. Programa de trabajo

Para el desarrollo del proyecto se consideran 2 años para las etapas de preparación del sitio y construcción, y 50 años para las etapas de operación y mantenimiento, tal como se indica en la siguiente tabla.

Tabla II.8. Programa de trabajo.

Actividad	Año 1						Año 2						Año 3 al 52			
	Mes															
	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12				
Preparación del sitio	■	■	■	■	■	■										
Rescate de vegetación	■	■														
Limpieza	■	■	■	■	■											
Movimiento de tierras (terracerías)	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■				
Construcción	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Albañilerías			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Complementos	Instalaciones.	■	■	■	■	■			■	■	■	■				
	Acabados y pavimentos.								■	■	■	■				
	Aditamentos y jardinería								■	■	■	■	■	■	■	■
Desmantelamiento de obras provisionales													■	■	■	■
Operación y mantenimiento																■

II.3.2. Preparación del sitio

La etapa de preparación del sitio tiene por objetivo el acondicionamiento del área del proyecto para que se puedan realizar las obras y actividades. En esta etapa también se lleva a cabo la instalación de las obras temporales.

II.3.2.1. Limpieza

Esta actividad consiste en el retiro de cualquier obstáculo en el área del proyecto, como el caso de basura. Para el caso de las estructuras existentes, la vegetación y la capa orgánica de suelo, no apta para construcción, se requiere lo siguiente:

a) Delimitación

Todo trabajo deberá iniciar con la delimitación de la extensión del terreno a ocupar por las obras del proyecto, en este caso correspondiente al polígono A del proyecto (el polígono B ya se encuentra delimitado actualmente por tratarse de una edificación existente).

b) Desmonte

Consiste en la remoción de la vegetación existente en el sitio del proyecto, comprende la tala de árboles y arbustos, el retiro de herbáceas y maleza, así como el desenraice. Se realizará con medios mecánicos, con maquinaria ligera y herramienta manual. Los residuos vegetales serán trasladados al área para servicios y residuos, de ser necesarios serán troceados para maniobrarlos con facilidad.

c) Despalle

Posterior a eliminar la vegetación, se procederá a retirar la capa de tierra vegetal que no sea apta para construcción, pero que será útil para las actividades de reforestación, jardinería, etc., y por esta misma razón, esta actividad no se realizará en la superficie correspondiente a las áreas ajardinadas. Estos trabajos se realizarán con maquinaria ligera, cuando las condiciones lo permitan, éstas son variables dado que hay afloramientos rocosos y el suelo es escaso; por la misma circunstancia no se puede definir un espesor de la capa a despallar.

d) Retiro de muros e instalaciones internas de la infraestructura existente en el polígono B del proyecto

Al interior de la edificación existente se retirará mobiliario, equipo y muros internos que no sean de utilidad para el nuevo uso que se pretende dar al área (cuarto de máquinas). Estas actividades se realizarán con herramienta menor, cuidando de no dañar el estado actual de la estructura. Los materiales resultantes del retiro de muros e instalaciones internas serán trasladados al área para servicios y residuos.

Al finalizar todas las actividades antes mencionadas se verificará que el terreno quede totalmente libre para que se puedan llevar a cabo las siguientes actividades.

II.3.2.2. Movimiento de tierras (terracerías)

El movimiento de tierras tiene como finalidad modificar el perfil natural del terreno para obtener los niveles de piso que se requieran para proyecto, para lo cual, en algunos casos, se rebajarán y en otros se elevarán las cotas de elevación, mediante la realización de cortes o rellenos respectivamente.

a) Trazo detallado

Se realizará con equipo topográfico el trazo de los ejes transversales y longitudinales del proyecto, mismos que servirán de apoyo para determinar la superficie de todas las obras. La cota de desplante será de 3.3 metros sobre el nivel medio del mar (msnm), 5 cm por debajo del nivel de la vialidad que delimita el proyecto por su lado norte, a fin de aprovechar la altura natural del terreno, por lo que el movimiento de tierras será el mínimo.

b) Cortes

Son las excavaciones ejecutadas para eliminar excedentes en el terreno. El material obtenido será separado, y en caso de ser adecuado para el relleno se apartará para utilizarlo posteriormente en las áreas que requieran algún tipo de relleno.

c) Rellenos

Consiste en la colocación de material en las depresiones, con material ya sea producto de cortes o sascab (obtenido de bancos o distribuidores autorizados), conformando el material en capas y compactándolas, según el requerimiento específico de la obra que se trate, hasta obtener el nivel requerido para el proyecto.

Posterior al relleno se procederá a compactar el suelo nivelado para estabilizar el movimiento de tierras realizado.

En la tabla siguiente se incluyen las obras y las actividades asociadas a las mismas, en la que se puede observar que para tres obras hay particularidades en la preparación del sitio. La primera está referida al cuarto de máquinas, único componente que se establecerá en una construcción existente, donde la única actividad que se requiere, en la etapa de preparación del sitio, es el retiro de muros e instalaciones internas. La segunda está referida a la alberca, en donde no se realizarán rellenos. Por último, la tercera está referida a la conformación de las áreas ajardinadas, donde sólo se realizará el retiro y trazo detallado, conforme a lo siguiente: se retirarán las herbáceas, arbustos y epífitas, conservándose arboles de altura mayores o iguales a 1.5 m que se integrarán al proyecto dentro de las áreas ajardinadas, no se llevará a cabo el despalme debido a que el suelo es útil para las áreas ajardinadas, y tampoco se realizarán cortes y rellenos para mantener los niveles naturales de terreno en éstas áreas para facilitar la supervivencia de los árboles que se conservarán.

Tabla II.9. Relación entre las obras y las actividades asociadas a las mismas en la etapa de preparación del sitio.

Obras principales	Preparación del sitio						
	Delimitación	Limpieza del terreno			Movimiento de tierras		
		Desmante	Despalme	Retiro de muros e instalaciones internas	Trazo detallado	Cortes	Rellenos
Edificio de 60 habitaciones	Se delimitará el polígono, por lo que incluye todas las obras.						
Restaurante							
Baños y vestidores							
Cuarto de máquinas							
Alberca y regaderas							
Circulaciones y accesos							
Áreas ajardinadas							
Asoleadero							

Pasos a playa*							
Camastros*							
Palapas*							

Nota: El sombreado gris sólo indica la realización de la actividad en la obra correspondiente.

* En estas áreas solo se llevará a cabo la limpieza.

II.3.2.3. Logística y manejo de residuos durante la preparación del sitio

a) Instalación construcción o acondicionamiento para obras provisionales (incluye letrinas)

Para las obras provisionales, en caso de requerir de estructuras, se utilizarán preferentemente materiales desmontables y reutilizables como polines y tiras de madera con techo de láminas. En cuanto a las letrinas sólo se realiza la colocación de las mismas en los frentes de trabajo.

Se restringirá el uso de mampostería o firmes de concreto en las plataformas de trabajo, abasto y almacenamiento (particularmente donde se encuentren aceites y combustibles, así como donde se realice el mantenimiento de maquinaria y equipo).

b) Recibo, manejo y almacenamiento de herramienta y materiales de obra

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se acondicionará un área para bodega con la finalidad de contar con un sitio para el resguardo de materiales y equipo. En el caso de los materiales de obra a granel, estos se cubrirán con lona.

II.3.2.4. Descripción de las obras provisionales

Como ya se ha mencionado, al inicio del apartado II.2, el proyecto considera la instalación de obras provisionales, las cuales estarán conformadas por materiales de fácil colocación y

retiro. Estas obras solo permanecerán durante las etapas de preparación del sitio y la construcción del proyecto, al término de las cuales serán desmanteladas.

Las obras provisionales serán las siguientes:

a) Bodega

Se ubicará sobre áreas de desplante de alguna de las obras principales, podrá ser reubicada en el transcurso de la preparación del sitio y construcción del proyecto. En esta área se almacenará la herramienta y los materiales de obra.

b) Área para servicios y disposición de residuos

Se destinarán espacios específicos, dentro del polígono del proyecto, donde se puedan proporcionar los siguientes servicios:

- Para el servicio sanitario de los trabajadores se colocarán letrinas portátiles, a razón de una letrina por cada 18 trabajadores, éstas serán arrendadas a una empresa autorizada que se encargará de su manejo y mantenimiento, incluyendo vaciado y limpieza diaria.
- Para acopio de residuos o desechos de vidrio, metal, plástico y orgánicos se instalarán 4 tambos de 200 l, con tapa.
- Para el acopio de desechos de obra no clasificables en los 4 grupos citados anteriormente (vidrio, metal, plástico y orgánicos), como escombros o cascajo, se acondicionará un sitio para tal fin.
- Para los servicios de alimentación de los trabajadores se proveerá un área para tal fin.
- Para mantenimiento de maquinaria y equipo se acondicionará un sitio.

c) Área de resguardo temporal de vegetación

Se establecerá un área, dentro de las áreas verdes del predio, para el resguardo temporal de la vegetación rescatada, que contará con lo siguiente:

- Un depósito de agua.
- Platabandas, las cuales podrán cubrirse con malla sombra para protección de la vegetación.
- Bodega de herramientas e insumos propios para el manejo de la vegetación rescatada.

El área de resguardo temporal estará debidamente delimitada para el acopio de material producto del desmonte y despalle, los cuales se utilizarán para formar composta que se aprovechará para la conformación de las áreas ajardinadas del proyecto.

En el Programa de protección y reubicación de flora, descrito en el capítulo VII, se describen las demás actividades consideradas para este sitio.

II.3.3. Construcción

La construcción conlleva básicamente 3 fases: albañilerías, colocación y/o instalación de complementos y por último el desmantelamiento de obras provisionales. Se presenta la siguiente tabla para identificar la obra y la actividad correspondientes a la etapa de construcción.

Tabla II.10. Obras principales y actividades asociadas durante su construcción.

Obras principales	Construcción							
	Albañilerías					Colocación y/o instalación de complementos		
	Perforación/excavación	Cimentación	Estructuras verticales	Techos y estructuras horizontales	Muros interiores no estructurales	Instalaciones	Acabados y pavimentos	Colocación de aditamentos y jardinería
Edificio de 60 habitaciones								
Restaurante								
Baños y vestidores								
Cuarto de máquinas								
Alberca y regaderas								
Circulaciones y accesos								
Áreas ajardinadas								
Asoleadero								
Pasos a playa								
Camastros								
Palapas			*	*				

Nota: El sombreado gris sólo indica la realización de la actividad en la obra correspondiente.

* En este caso se compone de estructuras fácilmente removibles.

Las albañilerías son los trabajos de forjado de los elementos constructivos, desde la cimentación (incluyendo la perforación o excavación necesaria), así como los elementos estructurales y no estructurales (como los muros divisorios). Como parte de la colocación y/o instalación de complementos se consideran las instalaciones; colocación de acabados y pavimentos; así como la colocación de aditamentos. El concepto de instalaciones incluye los trabajos previos a los procesos constructivos de la obra, como el drenaje, preparación para las instalaciones (hidrosanitaria, eléctrica, pluviales, especiales, etc.). Los acabados se colocan una vez concluidas las albañilerías e incluyen en este concepto los pavimentos

tanto al interior de edificaciones como en obras exteriores. Se considera al mobiliario como un aditamento.

Finalmente, previo al inicio de la etapa de operación del proyecto, se procederá al desmantelamiento de las obras provisionales y al retiro de todo aquel elemento que no forme parte del diseño (materiales de construcción sobrante, basura, etc.) para proceder a la limpieza de los sitios.

II.3.3.1. Edificaciones

a) Edificio de 60 habitaciones

Esta obra se destinará al albergue de los turistas; se desplanta casi paralelo a la línea de costa (ver figura siguiente), se conformará de 4 bloques separados entre sí por cubos de escaleras, además tendrá elevadores. El edificio de 60 habitaciones constará de 3 niveles (planta baja y dos niveles superiores).

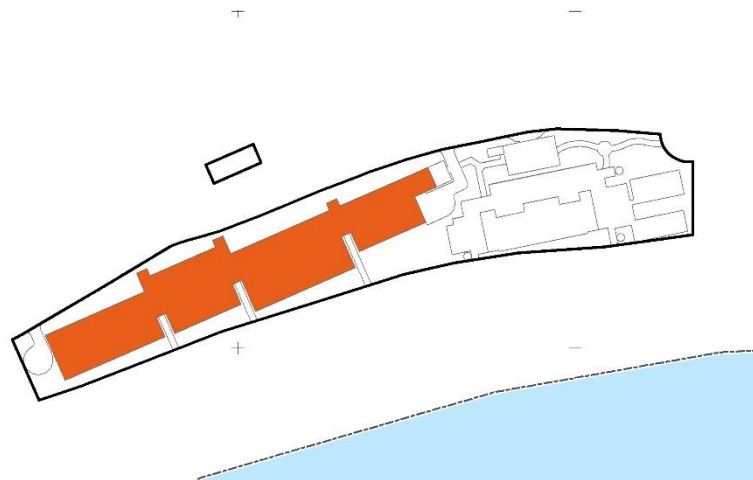


Figura II.7. Ubicación del edificio de 60 habitaciones en la vista de conjunto.

La distribución de espacios en cada nivel se muestra en la siguiente tabla, y para mayor referencia se anexa plano "Proyecto general" (ver capítulo IX).

Tabla II.11. Distribución de espacios en el edificio de 60 habitaciones.

Edificio de 60 habitaciones		
Nivel		Superficie m ²
Primer nivel (Planta baja)		
20	Habitaciones (incluye terrazas)	1562.01
3	Bodegas	16.34
Circulaciones horizontales (pasillos)		326.19
Circulaciones verticales (4 escaleras y 2 elevadores)		53.43
Segundo nivel (Piso 1)		
20	Habitaciones	1562.01
2	Bodegas	16.34
Circulaciones horizontales (pasillos)		326.19
Circulaciones verticales (4 escaleras y 2 elevadores)		53.43
Tercer nivel (Piso 2)		
20	Habitaciones	1562.01
2	Bodegas	16.34
Circulaciones horizontales (pasillos)		326.19
Circulaciones verticales (4 escaleras y 2 elevadores)		53.43

Existirán dos tipos de habitaciones, pero en ambos casos la capacidad será de 4 usuarios por habitación, por lo que la capacidad máxima de usuarios del proyecto será de 240 turistas (equivalente al 100% de ocupación).

En cada uno de los niveles habrá 12 habitaciones tipo club y 8 habitaciones tipo deluxe. La habitación tipo club tendrá 2 recámaras, 1 ½ baños, vestidor, recibidor, además de una terraza de 1.18 m de ancho y largo equivalente al frente de playa de la habitación (ver figura siguiente).

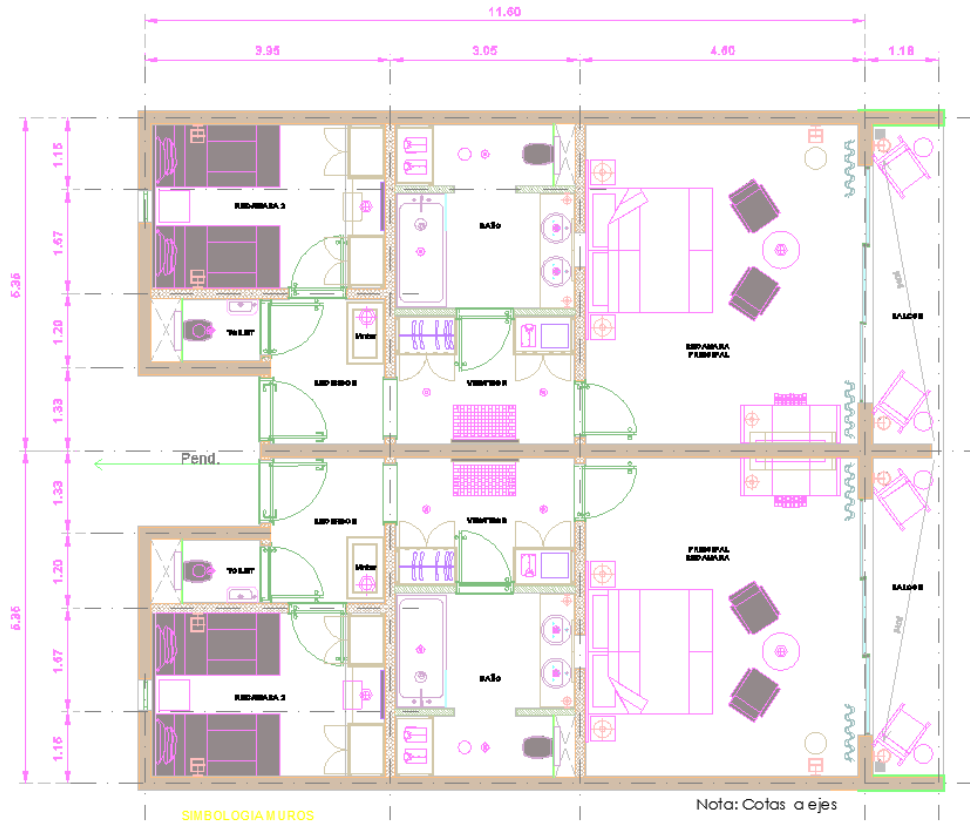


Figura II.8. Habitación tipo club (2 módulos).

Por otro lado, la habitación tipo deluxe incluye 2 recámaras, 2 baños, vestidor, recibidor, una pequeña estancia y una terraza de 2.10 m de ancho y un largo equivalente al frente de playa de la habitación (ver figura siguiente).

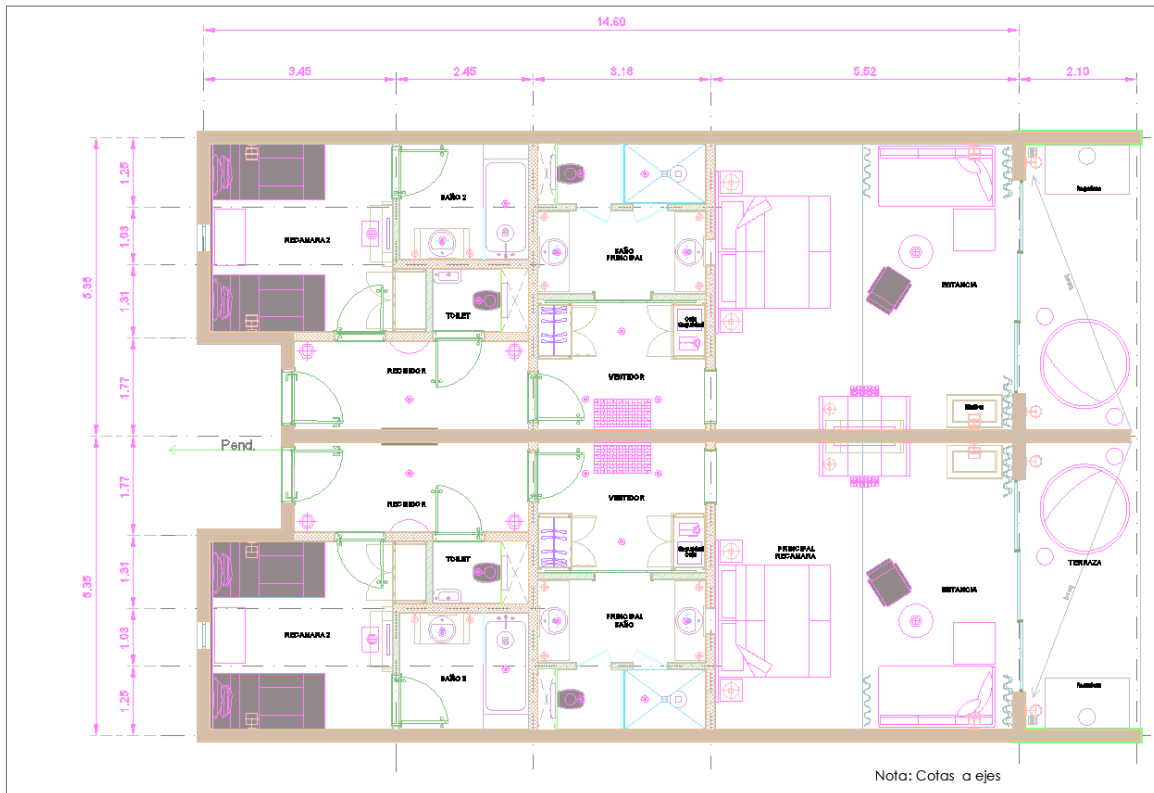


Figura II.9. Habitación tipo deluxe (2 módulos).

Nota: se anexa plano "Edificio_habitaciones tipo" (ver capítulo IX.)

Respecto a las bodegas se utilizarán para guardar insumos para mantenimiento y área de llaves.

Las circulaciones horizontales consistirán en pasillos de 1.5 m de ancho y para la circulación vertical se consideran 4 bloques de escaleras y 2 elevadores.

En la siguiente figura se puede observar el aspecto que tendrá el edificio, especialmente los cubos de escaleras que dividirán los bloques que conformarán el edificio.



Figura II.10. Aspecto que tendrá la fachada hacia la calle del edificio de 60 habitaciones

El proceso constructivo del edificio será similar al del restaurante, baños y vestidores, solo que en cada obra se seguirán las dimensiones, profundidades y materiales establecidos para cada una, según el cálculo estructural y planos arquitectónicos correspondientes.

La construcción iniciará con una perforación que se realizará con máquinas perforadoras con barrenos; posteriormente se construirá la cimentación consistente en pilas de concreto armado. Se utilizará concreto para todos los elementos estructurales, mismos que incluyen además de la cimentación, trabes, contra trabes, columnas, castillos y losas. Los muros se construirán con block de concreto, reforzados con castillos y cadenas de concreto armado.

El acabado en muros consistirán en aplanado de masilla de concreto y pintura vinílica. El acabado a nivel de piso será de recubrimientos cerámicos, mientras que el plafón será a base de tablaroca y acabado final de pintura. La cancelería será en aluminio y carpintería de madera para elementos como puertas y closets. Por último se colocarán el mobiliario usual para este tipo de construcciones y los elevadores del edificio de 60 habitaciones.

b) Restaurante

El restaurante estará al servicio de los clientes del hotel, la construcción será de un solo nivel, pero se aprovechará también la azotea. El restaurante se ubicará en uno de los costados del asoleadero (ver imagen siguiente).

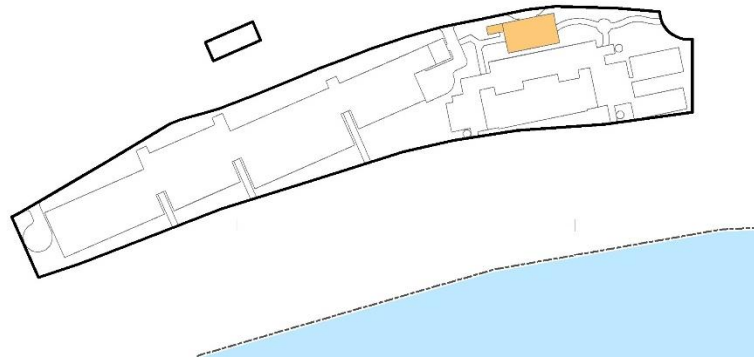


Figura II.11. Ubicación del restaurante en la vista de conjunto del proyecto.

El restaurante incluye una oficina, snack bar, cocina, un área para comensales (o terraza bar) así como las escaleras para acceso a la parte superior, la cual se acondicionará para aprovechar la azotea como asoleadero, para lo cual se colocará mobiliario (ver siguiente imagen, también se anexan planos, ver capítulo IX).

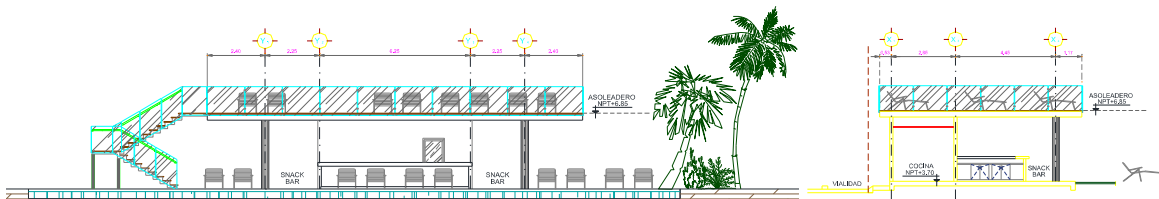


Figura II.12. Vistas en alzado del restaurante.

c) Baños y vestidores

Los baños y vestidores estarán contiguos al edificio de 60 habitaciones y cercano a uno de los accesos vehiculares del proyecto (ver imagen). El objetivo de estas obras será proveer de servicios sanitarios a los clientes sin necesidad de acceder hasta sus respectivas habitaciones. Tendrá una parte para mujeres y otra para hombres, cada una de estas tendrá 2 WC y 3 lavabos, además de 3 urinarios para los baños de los hombres.

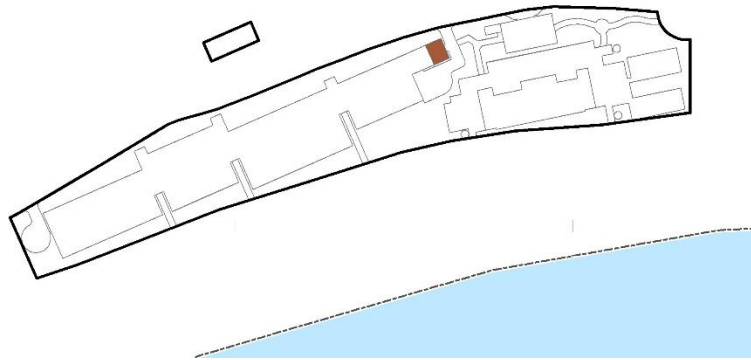


Figura II.13. Ubicación de los baños y vestidores en la vista de conjunto del proyecto.

d) Cuarto de máquinas

El cuarto de máquinas dará apoyo a la operación del edificio de 60 habitaciones, específicamente en lo relacionado al sistema hidráulico. Se trata de una edificación de un solo nivel, existente desde el inicio de operaciones del Complejo Turístico Club Med (ver siguiente imagen).



Figura II.14. Ubicación de la edificación existente en la vista aérea actual, misma que se acondicionará para fungir como cuarto de máquinas en la operación del proyecto.

Al interior del cuarto de máquinas se encontrarán las bombas y el equipo hidroneumático.

Las actividades que conlleva este componente, en esta etapa, consisten en la construcción de muros y otros elementos de albañilería necesarios para el reacondicionamiento del edificio existente. Los muros y plafones llevarán acabados de masilla de concreto y pintura vinílica. A nivel de piso se colocarán firmes de concreto con acabados a base de concreto pulido. La cancelería será en aluminio, para elementos como puertas y ventanas.

e) Instalaciones para proveer de servicios

Las instalaciones, si bien no son una obra en sí mismas, se incluyen en este rubro porque son parte importante de las edificaciones, y del proyecto en general, ya que durante la operación coadyuvarán en las condiciones de habitabilidad deseada en proyectos de este tipo.

Se pretende contar con las instalaciones comunes para este tipo de proyectos, mismas que se encuentran listadas en la siguiente tabla.

Tabla II.12. Instalaciones principales del proyecto.

Instalaciones
Instalación hidráulica
Instalación sanitaria
Sistema de drenaje pluvial: Incluye 2 pozos de absorción pluvial
Instalación eléctrica
Instalación de gas
Sistema de riego para áreas ajardinadas
Instalación de telecomunicaciones

Se puntualiza que las instalaciones (a excepción del sistema de drenaje pluvial) se conectarán a la correspondiente red de servicios que ya existen en la zona, para más detalles ver apartado de recursos a utilizar por el proyecto, presentado anteriormente.

El sistema de drenaje pluvial será acorde a lo indicado por la Comisión Nacional del Agua, su objetivo será captar el agua de las superficies no permeables del proyecto, y conducir las por redes colectoras hasta los pozos de absorción pluvial.

Para poder captar y conducir el agua, el sistema de drenaje estará dotado de canaletas, bajantes, areneros, rejillas captadoras y mallas para sólidos gruesos.

Como parte de la instalación sanitaria en el restaurante se colocará una trampa de grasa.

II.3.3.2. Áreas abiertas

a) Alberca

La alberca se encontrará en medio del asoleadero y tendrá varios niveles de piso. Dependiendo de la profundidad (altura de la columna de agua), tendrá un asoleadero húmero (0.3 m), bicicletas fijas (0.3 m), jacuzzi (0.85 m), mientras que la superficie de 1.2 m de profundidad será el área de nado (ver imagen, también se anexa plano en el capítulo IX).

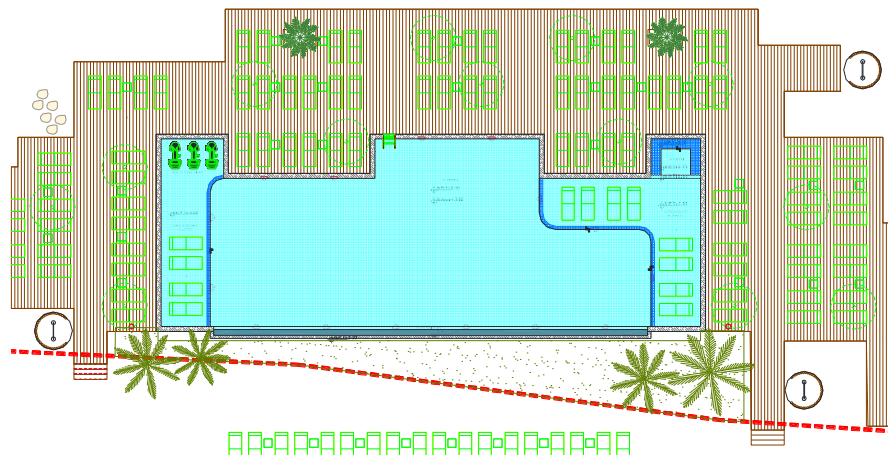


Figura II.15. Vista en planta y distribución de espacios de la alberca y el asoleadero que la rodea.

También considera 3 sitios de regaderas, que se encontrarán en la parte externa del asoleadero (ver siguiente imagen).

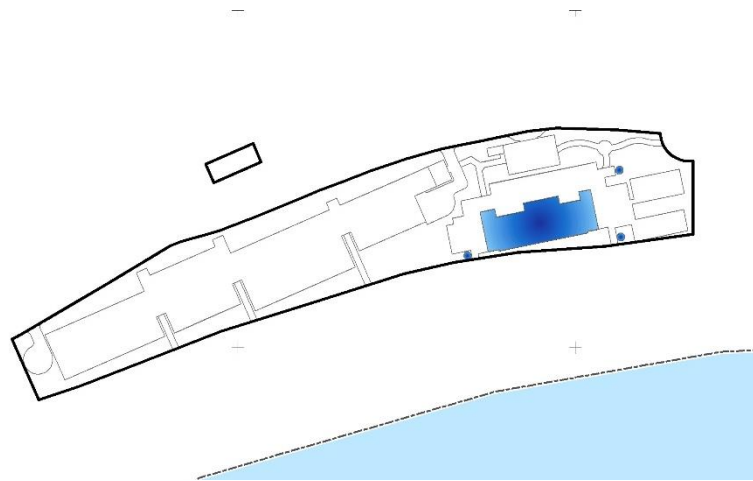


Figura II.16. Ubicación de la alberca y las 3 regaderas en la vista de conjunto del proyecto.

Para construir la alberca se excavará hasta una profundidad de 1.5 m respecto a la cota de nivelación del terreno para las obras, de forma que el fondo de la excavación tenga un nivel de +2.2 msnmm (ver figura siguiente). La excavación se hará con retroexcavadora compacta (ligera) con cargador frontal.

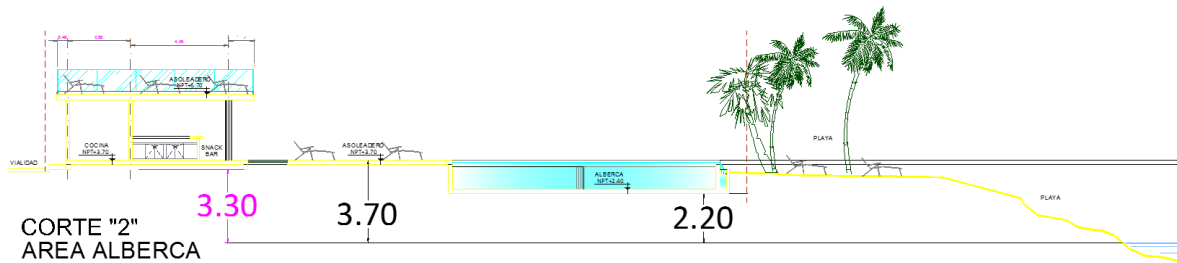


Figura II.17. Niveles de proyecto.

Posterior a la excavación necesaria para la profundidad de la alberca, se construirá la cimentación a base de pilas de concreto armado, similar al del edificio de 60 habitaciones, pero de acuerdo a las dimensiones y profundidad del cálculo estructural correspondiente a esta obra. Sobre la cual se colocará una losa reforzada con cadenas de desplante de concreto armado.

A partir de las cadenas de desplante se erigirá la estructura, compuesta por muros de concreto armado.

Los acabados consistirán en recubrimiento de los muros y piso recubrimiento cerámico tipo veneciano, para que al final se coloque el mobiliario correspondiente.

El agua de la alberca será reciclada utilizando un sistema de circuito cerrado en el que el agua es reciclada de forma continua, después de haber sido filtrada y desinfectada, por lo que habrá recambio de agua solo cuando sea necesario.

b) Circulaciones y accesos

Como parte de este concepto se incluye la circulación peatonal interna del proyecto y los accesos vehiculares.

Para la circulación interna del proyecto se construirán andadores de una sección constante de 1.7 m, incluyendo guarnición perimetral (excepto en giros y cambios de

dirección), en la parte de restaurante y asoleadero; y de 1.8 m frente al edificio de 60 habitaciones. Permitirán el paso entre las obras del proyecto, así como el acceso a otros sitios del Complejo Turístico Club Med y a la playa.

Para la llegada de los visitantes se construirán 2 accesos vehiculares y una bahía. Los accesos vehiculares se encuentran a ambos costados de edificio de 60 habitaciones e incluyen una glorieta de retorno en cada uno. La bahía de acceso se localizará entre el restaurante y la calle (ver siguiente imagen).

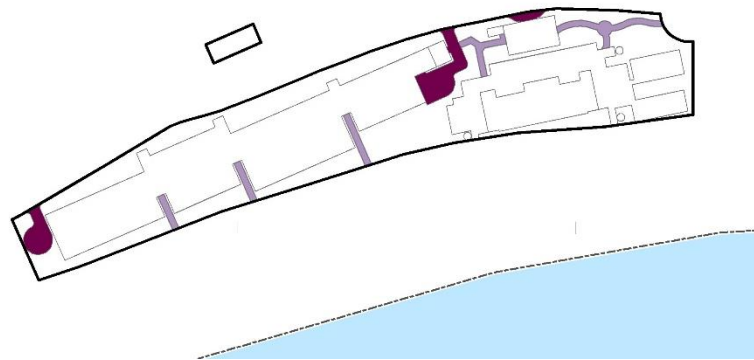


Figura II.18. Ubicación de las circulaciones y accesos en la vista general del proyecto. En color lila la circulación interna y en color guinda los accesos vehiculares y la bahía.

Los andadores para circulación interna del proyecto se construirán de concreto estampado, con bordes de concreto pobre para su delimitación. Para los casos de los accesos vehiculares el pavimento consistirá en adocreto modulado, con guarniciones a base de concreto.

c) Áreas ajardinadas

Las áreas ajardinadas rodearán todas las obras del polígono A. Se conformarán con vegetación nativa, palmeras, pasto, así como de los árboles del sitio que no se desmontaron en los polígonos de estas áreas (ver apartado de preparación del sitio). En

estas áreas serán reincorporados los ejemplares rescatadas previos a las actividades de desmonte y despalme.

Para la conformación de las áreas ajardinadas será necesario, además de la preparación del sitio, llevar a cabo actividades de jardinería, instalación para riego y mobiliario.

Las actividades de jardinería, consistirán principalmente en la plantación de individuos vegetales ornamentales de acuerdo a proyecto de paisaje. El mobiliario que se colocará en estas áreas consistirá en camas balinesas (con o sin cortinas) y camastros, ninguno de los cuales conlleva algún tipo de cimentación, ni anclaje al suelo (ver imágenes). Se colocarán 6 camas balinesas en los alrededores del asoleadero y los otros dos tipos de mobiliario se ubicarán frente a las terrazas del edificio de 60 habitaciones.



Figura II.19. Mobiliario tipo a colocar en las áreas ajardinadas. Camas balinesas sin y con cortinas.



Figura II.20. Mobiliario tipo a colocar en las áreas ajardinadas (camastros).

d) Asoleadero

El asoleadero es una explanada pavimentada que rodea la alberca, donde se colocará mobiliario como camastros y sombrillas para la recreación de los visitantes.

Constructivamente, solo requerirá la pavimentación de la explanada con decks de madera así como la instalación eléctrica para iluminación y colocación del mobiliario ya referido.

El proceso constructivo del pavimento con decks de madera inicia con un firme de concreto armado a base de malla electrosoldada, sobre el cual se colocará las tablas (decks) y la aplicación de protector ecológico de madera para exteriores, lo anterior con el fin de limitar los daños por estar a la intemperie y así evitar mayor consumo de madera.

e) Pasos a playa

Se denomina así al acceso entre el asoleadero y la zona de playa, tendrán la misma apariencia que el asoleadero, pero el proceso constructivo tendrá una ligera variación.

Los pasos a playa se construirán en madera dura sostenidos por pilotes hincados sobre terreno (sin ninguna fijación adicional), posteriormente vendría la colocación de las tablas y la aplicación de protector ecológico de madera para exteriores, lo anterior con el fin de limitar los daños por estar a la intemperie y así evitar mayor consumo de madera (ver figura siguiente).



Figura II.21. Pasos a playa con decks de madera sobre pilotes hincados en el terreno.

f) Camastros

Se encontrará en el área de uso de la ZOFEMAT, frente al asoleadero. No requerirá construcción, la única actividad que se realizará será la colocación de camastros, mismos que no llevarán ningún tipo de anclaje o sujeción.

g) Palapas

Las palapas de playa se encontrarán en el área de uso de la ZOFEMAT en el frente de playa del predio, serán de materiales provisionales y fácilmente removibles.

Para su instalación, se iniciará con el hincado de una columna central de rollizo de madera que sostendrá la cubierta circular de zacate. Como acabados se aplicará tratamiento anti-termitas, anti-flama y barniz natural, no se contemplan instalaciones para proveer de servicios en las palapas.

Para visualizar el aspecto que pudieran tener las obras de las áreas abiertas se muestra la siguiente figura, en la que se observan en primer plano las palapas y camastros en playa, seguidos de la alberca, así como las palapas y asoleadero de alberca; en los extremos de este último se observan las regaderas. Cercano a la calle se observa el restaurante, también se muestra como la parte superior de esta obra se aprovechará como asoleadero.



Figura II.22. Aspecto previsto de las obras abiertas del proyecto.

II.3.4. Operación y mantenimiento

Durante esta etapa se pondrán en servicio las instalaciones y maquinaria en los diferentes espacios del proyecto. Además, estarán en operación el hotel (edificio de 60 habitaciones) y las demás obras del proyecto.

Se prestará el servicio de alojamiento en el edificio de 60 habitaciones; de alimentos en el restaurante, así como la facilidad de realizar actividades recreativas propias de un sitio turístico principalmente en las áreas abiertas.

II.3.4.1. Mantenimiento de las obras e instalaciones

Para que los componentes del proyecto se encuentren en buen estado de conservación, durante toda la vida útil del mismo, se requerirán de las siguientes actividades:

- Limpieza cotidiana: incluyen en este rubro la limpieza de espacios interiores e interiores.
- Limpieza especializada: este tipo de limpieza se realizará en el restaurante, cuarto de máquinas y alberca. Incluye la aplicación de un tratamiento de micronutrientes en la trampa de grasa del restaurante, así como el retiro manual de materiales acumulados. En el cuarto de máquinas se realizará limpieza periódica en la maquinaria. En la alberca se realizará limpieza periódica del filtro.
- También se realizará sustitución o renuevo de piezas de mobiliario e instalaciones en cuanto sea necesario. En particular en la alberca se realizará cambio de cartucho periódico, así como cambio de electrodos aproximadamente cada 2 años en la celda electrolítica.
- Como parte del mantenimiento arquitectónico y albañilería se incluyen los servicios convencionales, como pintura, cuidado de los pavimentos, etc. En todo caso se cuidará de usar sólo materiales y productos autorizados y amigables con el medio.
- También se incluyen actividades de jardinería para el mantenimiento de las áreas ajardinadas. Mismas que consideran evitar lo más posible el uso de agroquímicos.

II.3.5. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

No se prevé etapa de desmantelamiento y abandono de las instalaciones debido a que se buscará prolongar la operación por tiempo indefinido con las actividades de mantenimiento a las diferentes área del proyecto.

Por lo que concluidos los años de vida útil manifestados en el presente DTU-R se procederá o a cumplir con la legislación vigente para continuar en funcionamiento o en caso de que se opte por cesar con la operación del proyecto, se presentará con anticipación un Programa de Abandono del Sitio, en el cual se detallarán las acciones de

retiro de las instalaciones y rehabilitación del sitio que cumpla con los requerimientos establecidos por las autoridades competentes.

II.4. Generación, manejo interno y disposición de residuos y emisiones a la atmósfera

II.4.1. Generación, manejo y entrega de residuos sólidos para su disposición final

Tabla II.13. Residuos sólidos a generar por el proyecto.

Etapa	Residuos sólidos
Preparación del sitio	Residuos vegetales producto del desmonte, ramas, troncos y hojarasca.
	Material de despalme, aunque con escasa proporción de tierra vegetal.
	Basura doméstica por presencia de trabajadores, como empaques y envases de alimentos consumidos, así como restos de comida.
Construcción	Basura doméstica por presencia de trabajadores, como empaques y envases de alimentos consumidos, así como restos de comida.
	Desechos de obra inorgánicos como embalaje, cartón, trozos de madera, plástico y escombros o cascajo.
Operación y mantenimiento	Se generarán residuos domésticos como empaques, botellas, restos de alimentos, etc.

Los residuos sólidos que generará el proyecto (a excepción de los generados por desmonte y despalme), serán acopiados y separados en 4 grupos: vidrio, metal, plásticos y orgánicos; cada uno de estos tendrá su propio contenedor, adecuado al tipo de material que corresponda.

De acuerdo a la etapa del proyecto, los sitios de manejo para estos residuos serán los siguientes:

- Durante la preparación del sitio y construcción el acopio y clasificación referida se realizará en el área para servicios y disposición de residuos (ver apartado descripción de las obras temporales). En este mismo sitio se acopiarán los desechos de obra y para evitar la dispersión de residuos domésticos por todo el predio, se destinará un espacio específico para alimentación de trabajadores.
- Durante la operación y mantenimiento, el acopio y clasificación de residuos se realizará en áreas específicas dentro de las edificaciones, lo anterior debido a que los volúmenes a generar no requerirán una obra específica para esta actividad.

Durante todas las etapas del proyecto se buscará recuperar aquellos residuos susceptibles de ser reciclados para canalizarlos a empresas recicladoras autorizadas; los restantes serán entregados al servicio de “recolección, transporte, tratamiento y destino de basura o residuos sólidos urbanos”, municipales.

II.4.1.1. Manejo de residuos producto de las actividades de desmonte y despalme

Los residuos de las actividades de desmonte y despalme serán trasladados al área de resguardo temporal de vegetación (ver apartado descripción de las obras temporales), realizando troceo de la vegetación en caso de ser necesario. Se aprovechará, tanto el material vegetal, como la capa de suelo orgánico (retirada durante el despalme) en las actividades de conformación de las áreas ajardinadas, después de someterlas a un proceso de composteo, mismo que será descrito con mayor detalle en el capítulo VII.

De acuerdo a lo anterior, al aprovechar los residuos de las actividades de desmonte y despalme dentro del mismo polígono del proyecto, no se requieren servicios o actividades externas para su disposición final.

II.4.2. Generación, manejo y descarga de aguas residuales

En la siguiente tabla se muestran las posibles fuentes de generación de aguas residuales durante las etapas del proyecto.

Tabla II.14. Posibles fuentes de generación de aguas residuales.

Etapas	Residuos líquidos
Preparación del sitio	Residuos sanitarios de los trabajadores.
Construcción	Residuos sanitarios de los trabajadores.
Operación y mantenimiento	Aguas residuales de las diversas áreas del proyecto.
	Agua de la alberca

Como se manifiesta en la tabla anterior, durante las etapas de preparación del sitio y construcción se dotará de servicios sanitarios a los trabajadores; sin embargo, estos no generarán aguas residuales porque se arrendarán letrinas portátiles. Todo lo relacionado al manejo y disposición de residuos, así como mantenimiento de las letrinas portátiles estará a cargo de la empresa arrendadora.

Por otro lado, durante la operación y mantenimiento del proyecto, para desechar todas las aguas residuales generadas en esta etapa se conectará a la red de drenaje existente (ver apartado fuentes de obtención de recursos).

II.4.3. Generación, manejo y disposición final de residuos peligrosos y/o de manejo especial

En la siguiente tabla se muestran las posibles fuentes de generación de residuos peligrosos durante las etapas del proyecto.

Tabla II.15. Posibles fuentes de generación de residuos peligrosos.

Etapas	Residuos peligrosos y/o de manejo especial
Preparación del sitio	Residuos peligrosos por uso y mantenimiento de maquinaria y equipo como aceites usados, combustibles, lubricantes, estopas con residuos, etc.
Construcción	Residuos peligrosos por uso y mantenimiento de maquinaria y equipo como aceites usados, combustibles, lubricantes, estopas con residuos, etc.
Operación y mantenimiento	Residuos por mantenimiento en cuarto de máquinas como aceites usados, combustibles, lubricantes, estopas con residuos, etc.
	Residuos por mantenimiento de la trampa de grasa en restaurante

Se prevé que el proyecto pudiera generar algún tipo de residuo peligroso por el uso de maquinaria y equipo, o el mantenimiento de los mismos, pero en mínimas cantidades dada la naturaleza del proyecto.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se buscará limitar la generación accidental de residuos por uso de maquinaria y equipo (derrames), verificando que sólo se utilicen si están en buen estado de conservación, además de que se estacionen en un lugar impermeable (con piso o lona plástica). Por otro lado, las actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo (incluyendo manejo de combustibles) se realizarán únicamente en un sitio específico para tal fin dentro del área para servicios y disposición de residuos, mismo que deberá cumplir con lo especificado en el capítulo VI.

Durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, se generarán residuos peligrosos por el mantenimiento del equipo en cuarto de máquinas, mismos que serán acopiados en un sitio específico dentro de la misma obra y serán canalizados a una empresa autorizada para su manejo y disposición final. Con respecto a la trampa de grasa, el mantenimiento periódico incluye el retiro manual de materiales acumulados, mismos que serán canalizados a una empresa autorizada para su manejo y disposición final.

II.4.4. Generación y manejo de emisiones a la atmósfera

El proyecto generará emisiones de gases y ruidos por el uso de maquinaria y equipo con motores de combustión durante las etapas de preparación y construcción del proyecto. Para disminuirlas al mínimo posible se usará únicamente maquinaria y equipo en buen estado operando solo el tiempo indispensable para los trabajos.

Durante la etapa de operación y mantenimiento no se prevé que el proyecto genere emisiones a la atmósfera.

II.5. Estimación del volumen por especie de materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo

II.5.1. Metodología utilizada para la estimación del volumen por especie

La estimación del volumen de materia prima forestal a remover se realizó a partir de la información dasométrica levantada en los sitios de muestreo, cuya metodología se desarrolló en el trabajo de campo de flora, y de acuerdo con lo sugerido por Villarreal *et al.* (2006), Mostacedo y Fredericksen (2000), e Infante y Zárate (1990).

II.5.1.1. Intensidad de muestreo

Se estimó a partir de la siguiente ecuación:

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

Donde:

IM= intensidad de muestreo (%)

n= área total de los sitios de muestreo levantados (ha)

N= total de área del predio (ha)

En la siguiente tabla se presentan los cálculos para la intensidad de muestreo.

Tabla II.16. Intensidad de muestreo por estrato de CUSTF.

Estrato (Tipo de vegetación)	Superficie total del CUSTF (m ²)	Superficie muestreada (m ²)	Intensidad de muestreo
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ)	5374.13	200	3.72%

Los datos obtenidos durante la evaluación de los sitios de muestreo, y a partir de los cuales se estimó el volumen y número de individuos a remover por el cambio de uso de suelo, se incluyen en los anexos del capítulo II en Excel junto con los cálculos de volumen (ver capítulo IX).

II.5.2. Estimación del volumen por especie

II.5.2.1. Procedimiento para la estimación de volúmenes

Para realizar el análisis de la información dasométrica obtenida en campo, se utilizaron las siguientes fórmulas y modelos logarítmicos para el cálculo de volumen de materia prima forestal por especie (ver tabla siguiente); estas ecuaciones fueron tomadas del Inventario Nacional Forestal, las cuales han sido aplicadas a diferentes regiones del país y toman en cuenta como variables independientes el diámetro normal (cm) y altura total del individuo (m). Son ecuaciones que se aplican por especie o por grupo de especies y/o por región, 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.17. Modelos logarítmicos utilizados para estimar el volumen de materia prima forestal.

Nombre científico	Tipo de vegetación	Modelo para estimación de VTA (m ³)
<i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830)	VSA_SMQ	EXP(-10.22400164+1.93392327*(LN(DN))+1.04126898*(LN(HT)))
<i>Cordia sebestena</i> L. (1753)	VSA_SMQ	EXP(-9.80434696 + 1.91033696*(LN(DN))+1.03262007*(LN(HT)))
<i>Sp.2</i>	VSA_SMQ	EXP(-9.86139158 + 1.93994057*(LN(DN))+1.04126898*(LN(HT)))
<i>Thevetia ahouai</i> (L.) A. DC. (1844)	VSA_SMQ	EXP(-10.01137401+1.97688779*(LN(DN))+1.02860759*(LN(HT)))
<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb. (1908)	VSA_SMQ	EXP(-9.87689000+ 1.93499030*(LN(DN))+1.03862975*(LN(HT)))
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg. (1890)	VSA_SMQ	EXP(-9.86139158 + 1.93994057*(LN(DN))+1.04126898*(LN(HT)))

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

a) Cálculo del volumen promedio especie por sitio de muestreo

Se utilizó la siguiente fórmula

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

Donde:

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

$\sum Vol$ = Sumatoria de volúmenes de todos los individuos de una misma especie

n= Número de sitios levantados

b) Cálculo del volumen de especie por hectárea (existencias reales por hectárea)

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

Donde:

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

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

fha= Factor de conversión = 10000/dimensión del sitio en m²

c) Cálculo del volumen total a remover por especie (Existencias totales)

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

Donde:

$Vol_{total/sp}$ = volumen total a remover m³ por especie

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

Sup= Superficie total del predio de interés en hectáreas

d) Cálculo del volumen total a remover

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

Las fórmulas anteriores, fueron adaptadas de Rodríguez (1998).

II.5.3. Volumen total por especies

De acuerdo a la NOM-152-SEMARNAT-2006, el Volumen Total Árbol (m^3), se refiere al volumen de madera y corteza del árbol, incluyendo fuste, puntas y ramas, por lo que para hacer esta estimación se tomó en cuenta la altura total del árbol.

En una superficie de $5374.13 m^2$, cubierta por vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, se removerán **$64.727 m^3$ (V. T. A.)** de materia prima forestal. En la siguiente tabla y figura se desglosan tanto el volumen como número de individuos y área basal ocupada por especie.

Tabla II.18. V.T.A. (m^3) a remover por especie en VSA/SMQ ($5374.13 m^2$).

Nombre científico	Nombre común	Área basal (m^2)	V.T.A. (m^3)	ni
<i>Thrinax radiata</i>	palma chit	11.9329	46.3879	887
<i>Cordia sebestena</i>	Ciricote de playa	3.9943	11.3947	242
sp. 2	sp.2	1.6502	2.9481	161
<i>Thevetia ahouai</i>	tevetia	0.6494	2.3052	81
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	0.4078	1.0962	27
<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	0.2153	0.5957	27

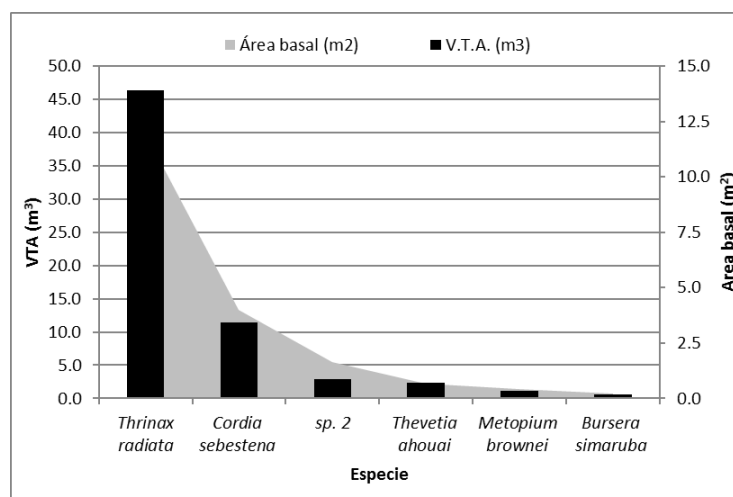


Figura II.23. Representación gráfica del V.T.A. (m^3) a remover por especie en VSA/SMQ.

Como se puede observar la especie con mayor volumen a remover es *Thrinax radiata*, seguida de *Cordia sebestena*, lo cual está directamente relacionado con su valor de importancia estimado en el Estudio de Caracterización de Flora.

II.5.4. Estimación del número de individuos de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas por afectar

En la siguiente tabla se muestra el número de individuos a remover por especie, en cada uno de los estratos presentes por tipo de vegetación:

Tabla II.19. Número de individuos (ni) a remover por especie y por estrato (VSA/SMQ).

Estrato	Nombre común	Nombre científico	ni/tipo de vegetación
			VSA/SMQ
Arbóreo	Palma chit	<i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830)	887
	Ciricote de playa	<i>Cordia sebestena</i> L. (1753)	242
	Sp.2	sp. 2	161
	Tevetia	<i>Thevetia ahouai</i> (L.) A. DC. (1844)	81
	Chechem	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb. (1908)	27
	Palo mulato	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg. (1890)	27
Arbustivo	Palma chit	<i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830)	2365
	Sp. 2	sp. 2	188
	Ya'ax k'aax	<i>Pithecellobium keyense</i> Britton (1928)	81
	Ciricote de playa	<i>Cordia sebestena</i> L. (1753)	27
Herbáceo	Palma chit	<i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830)	13435
Número de individuos total los polígonos de CUSTF			17521

II.5.5. Destino final de los productos resultantes

Se reitera que los productos resultantes por el Cambio de Uso de Suelo (a remover durante la actividad de desmonte) serán aprovechados dentro del mismo sitio del proyecto para triturarse, convertirse en composta y aprovechar ésta última en la conformación de las áreas ajardinadas del proyecto.

II.6. Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso de suelo

Para determinar el valor económico de los recursos biológico-forestales a remover con el cambio de uso de suelo propuesto, se consideró lo siguiente:

La estimación económica de los recursos biológicos 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 través de los servicios ambientales de los ecosistemas y de las funciones del hábitat. 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 ético con implicaciones estéticas, 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 económicos, en este estudio se consideró el valor de uso indirecto, es decir por los servicios ambientales que prestan los recursos biológico-forestales del polígono del proyecto. La mayoría 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 económico 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 producción de bienes tales como alimento, agua, madera, combustibles y fibras, entre otros. Varios son los servicios que proporciona la biodiversidad, entre ellos la degradación de desechos orgánicos, la formación de suelo y control de la erosión, fijación del nitrógeno, incremento de los recursos alimenticios de cosechas y su producción, control biológico de plagas, polinización de plantas, productos farmacéuticos y naturistas, turismo de bajo impacto, secuestro de dióxido de carbono y muchos más. Así mismo, varias son las actividades humanas que alteran los procesos naturales, en la mayoría de los casos su remedio es muy costoso e incluso imposible. En este sentido, se deben tomar medidas que prevengan los daños.

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.6.1. Valor económico maderable

Este apartado se desarrolló a partir de la estimación del volumen de materia prima forestal, se consideraron los costos del Anuario Estadístico de Producción Forestal 2013 que a la fecha es el más reciente. De acuerdo con el Anuario Estadístico de Producción Forestal, el volumen de la producción forestal en México se subdivide en dos grandes categorías:

- Maderable: constituido por materiales leñosos
- No maderable: compuesto por semillas, resinas, fibras, gomas, ceras, rizomas, hojas, pencas, tallos, tierra de monte, entre otros.

Los productos maderables son presentados por género y/o grupo donde se desglosa la producción en función de sus características biológicas y por tipo de producto en el cual se presenta la producción de acuerdo al fin que esta tiene (ver tabla siguiente):

Tabla II.20. Clasificación de los productos forestales maderables.

Por Género y/o Grupo	Por producto
Pino	Escuadría
Oyamel	Celulosa
Otras coníferas	Chapa y triplay
Encino	Postes, pilotes y morillos
Otras latifoliadas	Leña
Preciosas	Carbón
Comunes tropicales	Durmientes

Para este caso se optó por tomar la primera clasificación, por género o grupo, en la que se catalogó la materia prima forestal a remover con motivo del CUSTF para el proyecto en “Comunes tropicales”.

El precio fue asignado según las cifras de producción maderable en el estado de Quintana Roo (32,007 m³rta) y el valor de la producción de \$46,590,351.00 M.N., por lo que resulta un costo por m³rta 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). Derivado de este procedimiento, se obtuvo lo siguiente.

Tabla II.21. Valor económico de los recursos forestales maderables, en el polígono del proyecto.

Nombre científico	Nombre común	V.T.A. (m ³)	ni	Costo (\$/m ³)	Costo total
<i>Thrinaxradiata</i> Lood. exSchult & Schult. f.f (1830)	Palma chit	46.3879	887	1,455	67,494.3945
<i>Cordia sebestena</i> L. (1753)	Siricote de playa	11.3947	242		16,579.2885
<i>sp. 2</i>	sp.2	2.9481	161		4,289.4855
<i>Thevetiaahouai</i> (L.) A. DC. (1844)	Tevetia	2.3052	81		3,354.066
<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb. (1844)	Chechem	1.0962	27		1,594.971
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg. (1890)	Palo mulato	0.5957	27		866.7435
Total					

De acuerdo a la estimación anterior, el costo de los recursos forestales maderables en el polígono del proyecto sería de **\$ 94,178.949 M.N.**

II.6.2. Valor de los productos forestales no maderables

En esta categoría se consideró el número de individuos estimado dentro del polígono del proyecto, para los estratos arbustivo y herbáceo, para los cuales no se obtuvo un valor de volumen m³.

El valor económico para los ejemplares vegetales de los estratos arbustivo y herbáceo no estimados como maderables (ver tabla siguiente), se asignó con referencia al precio ofrecido en el Centro de Investigación Científica de Yucatán en la Unidad de Recursos Naturales, se aclara que varias de estas especies no se encuentran en el mercado, por lo que se les asignó el precio de alguna especie comercial del mismo género y forma biológica, así mismo se consideró su uso registrado, según Carnevali *et al.* (2010), Arellano *et al.* (2003) y CONABIO.

Tabla II.22. Valor económico de los recursos vegetales no maderables, en el polígono del proyecto.

Nombre científico		ni/tipo de vegetación	Costo unitario	Costo total
		VSA/SMQ		
<i>Estrato arbustivo</i>				
<i>Thrinax radiata</i>	Palma chit	2365	102.00	241,230.00
<i>Sp.2</i>	Sp.2	188	20.00	3,760.00
<i>Pithecellobium keyense</i>	Ya'ax'k'aax	81	20.00	1,620.00
<i>Cordia sebestena</i>	Ciricote de playa	27	30.00	810.00
<i>Estrato herbáceo</i>				
<i>Thrinax radiata</i>		13435	32.00	429,920.00
Total				677,340.00

El resultado de la estimación económica de los productos forestales no maderables es de **\$677,340.00 M.N**

II.6.3. Valor económico de la fauna

La valoración económica de la fauna silvestre se realizó tomando en cuenta que los valores de uso se dividen en valor de uso directo, de uso indirecto, valor de opción y valor de existencia. El valor de uso directo es el más accesible en su concepción, debido a que se reconoce de manera inmediata a través del consumo del recurso biológico (alimentos, la explotación pesquera, la obtención de carne, pieles y otros productos animales).

El valor de opción se refiere al valor de los usos potenciales de los recursos biológicos para su utilización futura directa o indirecta. El valor de existencia es el valor de un bien ambiental simplemente porque existe: este valor es de orden ético, con implicaciones estéticas, culturales o religiosas; sin implicaciones de posesión o de uso directo o indirecto de ellos. En cuanto a la fauna silvestre se tiene que algunos de los usos que quedan clasificados para la fauna se encuentran las de importancia cultural, cacería deportiva, aves canoras y de ornato, propagación y comercio internacional.

Para la valoración económica de la fauna reportada para el proyecto se tomaron como referencia precios consultados en UMA's, tiendas de mascotas y algunas páginas de internet que venden animales silvestres. 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 asignó el valor de alguna especie similar en aspecto, con uso potencial de ornato o mascota.

Tabla II.23. Valoración económica de la fauna en el polígono del proyecto.

Especie	ni registrados	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
<i>Anolis sagrei</i>	11	239.54	2,634.94
<i>Arenaria interpres</i>	1	120	120.00
<i>Basiliscus vittatus</i>	1	427.75	427.75
<i>Coereba flaveola</i>	2	500	1,000.00
<i>Conophis lineatus</i>	1	700	700.00
<i>Ctenosaura similis</i>	8	598.85	4,790.80
<i>Dives dives</i>	10	180	1,800.00

<i>Euphonia affinis</i>	2	500	1,000.00
<i>Fregata magnificens</i>	47	120	5,640.00
<i>Icterus cucullatus</i>	1	130	130.00
<i>Leptophis mexicanus</i>	1	850	850.00
<i>Mimus gilvus</i>	6	120	720.00
<i>Ortalis vetula</i>	2	528	1,056.00
<i>Pandion haliaetus</i>	1	5,000.00	5,000.00
<i>Pelecanus occidentalis</i>	3	800	2,400.00
<i>Phalacrocorax auritus</i>	13	800	10,400.00
<i>Quiscalus mexicanus</i>	5	50	250.00
<i>Sceloporus chrysostictus</i>	1	350	350.00
<i>Setophaga palmarum</i>	1	500	500.00
<i>Setophaga petechia</i>	4	500	2,000.00
<i>Tyrannus melancholicus</i>	3	500	1,500.00
Costo total=			\$43,269.49

A partir de los datos anteriores, la estimación del valor económico de la fauna silvestre presente en el polígono CUSTF del proyecto, asciende a **\$43,269.49 (cuarenta y tres mil doscientos sesenta y nueve pesos 00/100 M.N).**

La valoración económica de los diferentes aspectos ambientales relacionados al proyecto, no es simple, como ha sido mencionado por diferentes autores y como se comprobó en este ejercicio. En esta aproximación se sacaron diferentes valores, con el retiro de la cubierta vegetal del predio el valor previamente presentado significa la pérdida económica que implica dicha actividad, sin embargo una vez que el proyecto se encuentre en operación se estima que retorno de la inversión supere de manera importante el valor calculado en este apartado.

No se debe dejar de lado, el valor intrínseco de los recursos naturales, el valor de los recursos naturales supera un costo monetario, al pensar principalmente en modificación de paisajes, pérdida de ejemplares de cualquier especie y el valor incalculable de estos

recursos dentro de la cultura y/o antropología humana, así como la historia natural de especies y ecosistemas.

II.6.4. Valor de la captura de carbono

Para estimar el costo de la captura de carbono en el polígono del proyecto, se consideró el potencial de captura (t C/ha) al año, para el tipo de vegetación predominante que es vegetación de selva mediana subperennifolia ya que se presenta este tipo de vegetación.

Posteriormente, se consideraron los costos por captura (t C/ha), según el mercado internacional. De acuerdo con el Sistema Electrónico de Negociación de Derechos de Emisión de Dióxido de Carbono (SENDECO₂, 2016), la media del precio por tonelada de carbono se encuentra estimado a la fecha en 5.93 €.

Con estos elementos se estimó el valor económico de la captura de carbono como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla II.24. Valoración económica de la captura de carbono en polígonos del proyecto.

Potencial de captura por hectárea (t/ha)	Superficie con vegetación (ha)	Valor de la tonelada ¹ (€)	Tipo de cambio ² (€)	Total pesos (\$)
164.8	0.537413	5.93	20.7516*	\$10,898.623

1=<http://www.sendeco2.es>; 2=Banxico, al 03 de junio de 2016.

II.6.5. Estimación económica de los recursos hidrológicos

Para la estimación económica de los recursos hidrológicos, se partió del volumen calculado de infiltración de agua (m³) calculado para el polígono del proyecto en el que se

obtuvo que conservando las condiciones actuales del predio el valor de la infiltración es de -3803.332 m^3 anuales.

La tendencia de la infiltración en el predio es negativa, esto dado a que los valores de evapotranspiración obtenidos (ETR), sobrepasan a los valores de precipitación, aunado a esto el volumen de escurrimiento (Ve), también implica la pérdida de agua que cae en forma de precipitación, y no se ve modificada dicha tendencia por la implementación del proyecto, por lo que no se cuenta con una estimación económica para este recurso.

II.6.6. Análisis de beneficios por mantener una cubierta forestal

En la siguiente tabla se presenta un resumen de los costos obtenidos por cada recurso biológico-forestal en el polígono del proyecto, para obtener una estimación económica total.

Tabla II.25. Valoración económica de los recursos biológico-forestales en el polígono del proyecto.

Recurso biológico-forestal	Costo (\$)
Recursos forestales maderables	\$94,178.949
Recursos forestales no maderables (vegetación)	\$677,340.00
Fauna silvestre	\$43,269.49
Captura de carbono	\$10,898.623
Costo total	\$825,687.06

Los recursos biológico-forestales con mayor relevancia en términos económicos son los recursos vegetales (ver siguiente figura), en especial los no maderables; en general al mantener la cubierta forestal sean maderables o no, de ello se estarían derivando los demás recursos.

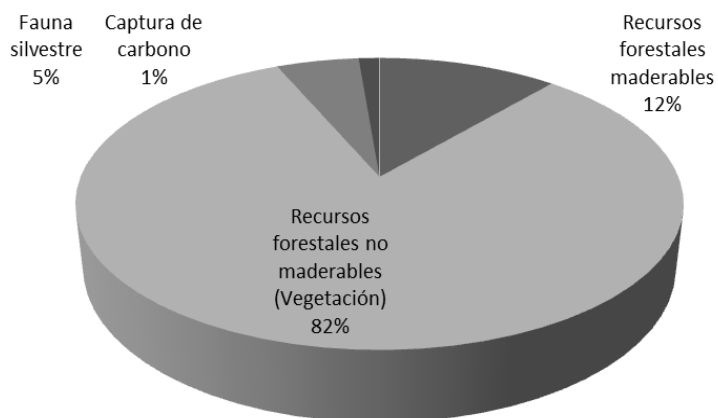


Figura II.24. Representación gráfica del V.T.A. (m³) a remover por especie en VSA/SMQ.



CAPÍTULO III

VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y
ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

Contenido

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES	5
III.1. Introducción	5
III.2. Instrumentos Normativos.	10
III.2.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	10
III.3. Leyes y Reglamentos Federales	12
III.3.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)	12
III.3.2. Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental	13
III.3.3. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)	14
III.3.4. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (RLGDFS)	16
III.3.5. Ley General de Vida Silvestre (LGVS)	16
III.3.1. Ley de Aguas Nacionales (LAN)	18
III.3.2. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales	19
III.3.3. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)	20
III.3.4. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (RLGPGIR)	22
III.3.5. Ley General de Bienes Nacionales (LGBN)	23
III.3.6. Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítima terrestre y terrenos ganados al mar	25
III.3.7. Ley General de Cambio Climático (LGCC)	28
III.3.8. Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones	30
III.4. Programas de Ordenamiento Ecológico y Desarrollo Urbano	31
III.4.1. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe	31
III.4.2. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, municipio Benito Juárez, Quintana Roo 2014-2030. (PDUCP-Cancún)	53
III.4.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Benito Juárez.	65
III.5. Áreas Naturales Protegidas	90
III.5.1. Áreas Naturales Protegidas de competencia federal.	91
III.5.2. Áreas Naturales Protegidas de competencia estatal	99
III.6. Sitio de RAMSAR	100
III.6.1. Ficha Informativa de los Manglares de Nichupté	102
III.6.2. Convención de RAMSAR.	106
III.7. Normas Oficiales Mexicanas	114
III.8. Instrumentos de Planeación	125
III.8.1. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.	126
III.8.2. Plan Estatal de Desarrollo de Quintana Roo 2011-2016	127

Figuras

<i>Figura III.1. Polígonos del proyecto.</i>	7
<i>Figura III.2. Vista general del proyecto.</i>	9
<i>Figura III.3. Ubicación del proyecto con respecto a la vegetación de mangle y su distancia.</i>	18
<i>Figura III.4. Expresión gráfica del área sujeta a POEMyRGMMyMC.</i>	32
<i>Figura III.5. Unidades de Gestión Ambiental que conforman el POEMyRGMMyMC.</i>	33
<i>Figura III.6. Ubicación del proyecto respecto a las Unidades de Gestión Ambiental del POEMRGMMyMC.</i>	34
<i>Figura III.7. Ubicación del predio con respecto a la zonificación secundario del PDU del Centro de Población Cancún, Municipio Benito Juárez, Quintana R000 2014-2030.</i>	55
<i>Figura III.8. Ubicación del proyecto con respecto al POEL Benito Juárez</i>	66
<i>Figura III.9. Áreas Naturales Protegidas Federales próximas al proyecto.</i>	92
<i>Figura III.10. Ubicación del predio adyacente a la zona litoral del Polígono 3 Punta Nizuc</i>	93
<i>Figura III.11. Ubicación del proyecto en el Área de Influencia de ANP “Manglares de Nichupté”.</i>	96
<i>Figura III.12. Áreas Naturales Protegidas Estatales cercanas al sitio del proyecto.</i>	100
<i>Figura III.13. El sitio del proyecto con respecto a la zona Ramsar</i>	101
<i>Figura III.14. Localización del proyecto en las Regiones Hidrológicas de la Península de Yucatán, el polígono del proyecto se localiza dentro de la Región Hidrológica No. 32 Yucatán Norte.</i>	105
<i>Figura III.15. Distancia del predio con respecto a la vegetación de manglar (Laguna Caleta).</i>	122

Tablas

<i>Tabla III.1. Obras del proyecto.</i>	8
<i>Tabla III.2. Obras provisionales del proyecto.</i>	9
<i>Tabla III.3. Artículos de la LGEEPA aplicables para el desarrollo del proyecto.</i>	12
<i>Tabla III.4. Artículos aplicables del Reglamento de la LGEEPA en materia</i>	13
<i>Tabla III.5. Artículos de la LGDFS que son vinculantes con proyecto.</i>	15
<i>Tabla III.6. Vinculación del proyecto con respecto a los Artículos aplicables del RLGDFS.</i>	16
<i>Tabla III.7. Artículo de LGVS aplicable para el desarrollo del proyecto.</i>	17
<i>Tabla III.8. Artículos en materia de Ley de Aguas Nacionales aplicables al proyecto.</i>	18
<i>Tabla III.9. Artículo del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales aplicable al proyecto.</i>	19
<i>Tabla III.10. Artículos aplicables al proyecto en materia LGPGIR aplicables al proyecto.</i>	20
<i>Tabla III.11. Artículos aplicables al proyecto en materia del RLGPGIR aplicables al proyecto.</i>	22
<i>Tabla III.12. Artículos aplicables al proyecto de la Ley General de Bienes Nacionales.</i>	23
<i>Tabla III.13. Artículos aplicables al proyecto de acuerdo al Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítima terrestre y terrenos ganados al mar.</i>	25
<i>Tabla III.14. Artículos en materia de la Ley de Cambio Climático aplicables al proyecto.</i>	29
<i>Tabla III.15. Artículo del Reglamento de la LGCC aplicable para el desarrollo del proyecto.</i>	30
<i>Tabla III.16. Vinculación de la modificación del proyecto con respecto a las acciones generales.</i>	36
<i>Tabla III.17. Vinculación de las obras con respecto a las acciones específicas.</i>	43
<i>Tabla III.18. Criterio de Regulación Ecológica “Zona Costera Inmediata del Mar Caribe”.</i>	50
<i>Tabla III.19. Superficie de desplante.</i>	61
<i>Tabla III.20. Área total construible.</i>	63
<i>Tabla III.21. Criterios ecológicos específicos de la UGA.</i>	68

<i>Tabla III.22. Actividades permitidas en el polígono 3. Punta Nizuc de acuerdo al Programa de Manejo.</i>	<i>94</i>
<i>Tabla III.23. Análisis de las especificaciones de la NOM-022-SEMARNAT-2003.</i>	<i>115</i>
<i>Tabla III.24. Vinculación del proyecto con respecto a la Normatividad ambiental aplicable.</i>	<i>123</i>
<i>Tabla III.25. Vinculación con las estrategias y líneas de acción.</i>	<i>126</i>

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

III.1. Introducción

En la realización del presente capítulo, se han revisado una serie de documentos relativos a las Leyes y Reglamento Federales en materia ambiental, así como los programas sectoriales, planes de desarrollo, ordenamientos ecológicos del territorio y demás instrumentos de política ambiental, en el ámbito nacional que son aplicables considerando al sitio en donde se pretende desarrollar el proyecto, así como la naturaleza del mismo.

Lo anterior, tiene como fundamento en 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 que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan (Acuerdo), el cual fue publicado en el Diario Oficial de Federación, el 22 de diciembre de 2010. El Acuerdo tiene como objetivo 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).

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.

La Modalidad B, corresponde a la autorización de las obras y actividades señaladas en la fracción VII más las descritas en cualquier otra fracción del artículo 28 de la LGEEPA, excepto la prevista en la fracción V del mismo artículo, y el trámite de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales previstos en el artículo 117 de la LGDFS. Lo que implica que a través de esta modalidad se evalúan los impactos ambientales derivados del cambio de uso de suelo en terrenos forestales y de las obras o actividades del proyecto que requieren de autorización.

En éste contexto el proyecto entra en la modalidad B, del Documento Técnico Unificado, ya que para el desarrollo del proyecto se requerirá realizar el cambio de uso de suelo y se desarrollarán obras y actividades de las previstas en el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

El proyecto entra en la modalidad B, del Documento Técnico Unificado donde se realizaran cambios de uso de suelo, así como la evaluación de obras de competencia federal, para la ejecución de las obras manifestadas se tiene lo siguiente:

El proyecto comprende obras principales y obras provisionales. Las obras principales consideran la construcción y operación de edificaciones (edificio de 60 habitaciones, restaurante, así como baños y vestidores), áreas abiertas (destinadas al asoleadero, áreas ajardinadas, circulaciones y accesos, alberca y regaderas, pasos a playa, camastros y palapas), así como las instalaciones para proveer de servicios a las diferentes obras. Aunado a lo anterior, se considera la remodelación de una construcción de un solo nivel existente desde el inicio de operación del Complejo Turístico Club Med, en los años 70s,

para ser utilizada como cuarto de máquinas. Todas las obras principales estarán en operación durante la vida útil del proyecto.

En cuanto a las obras provisionales se levantarán al inicio de la ejecución del proyecto y permanecerán hasta antes de la etapa de operación y mantenimiento. Estas obras se ubicarán dentro de sitios a ocupar por las obras principales, por lo cual no representarán superficies adicionales de afectación (ver apartado Dimensiones del proyecto).

Para el desarrollo de las obras del proyecto se consideran dos polígonos, denominados A y B, y para las actividades recreativas se hará uso de la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) ubicada al frente al polígono A (ver figura siguiente), en parte de la cual se construirán dos pasos a playa, colocándose además camastros y palapas.

Cabe especificar que las obras provisionales sólo se desplantarán dentro del polígono A.



Figura III.1. Polígonos del proyecto.

A continuación, en las siguientes tablas, se presenta el desglose de obras del proyecto dividido en obras principales y obras provisionales, indicándose además el polígono de su ubicación.

Tabla III.1. Obras del proyecto.

Obras		Ubicación
1	Edificio de 60 habitaciones	Polígono A
1	Restaurante	
1	Baños y vestidores	
1	Cuarto de máquinas	Polígono B
1	Alberca y regaderas	Polígono A
	Circulaciones y accesos	
	Áreas ajardinadas	
	Instalaciones para proveer de servicios* (Incluye 2 pozos de absorción pluvial)	
1	Asoleadero	Área de uso de ZOFEMAT
2	Pasos a playa	
	Camastros	
6	Palapas	

Nota: *Aunque las instalaciones no son una obra en sí misma (en cuanto a que no ocupan una superficie propia, sino que están inmersas en las obras), se incluyen en el listado porque son elementos importantes para la operación de las edificaciones.

En la siguiente figura se puede visualizar la ubicación de las obras listadas anteriormente.

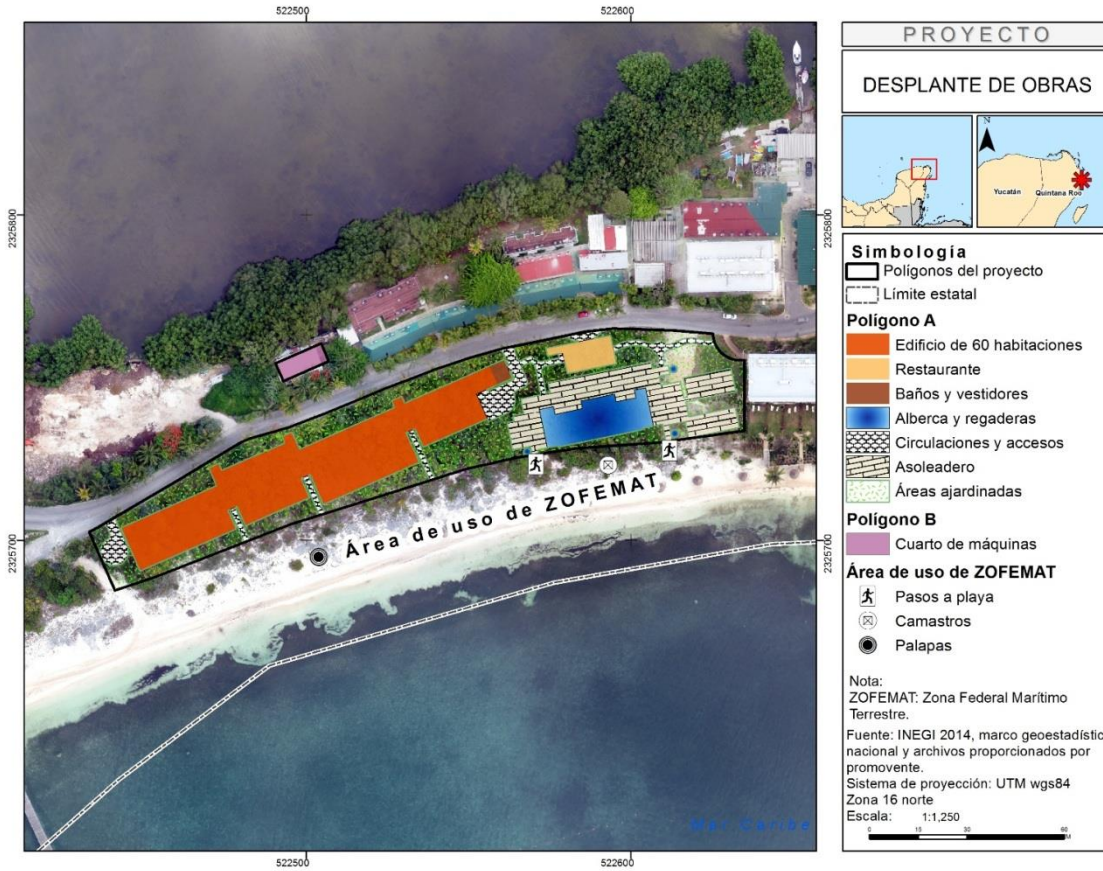


Figura III.2.Vista general del proyecto.

Tabla III.2. Obras provisionales del proyecto.

Obras provisionales		Polígono
1	Bodega	A
1	Área para servicios y disposición de residuos	
1	Área de resguardo temporal de vegetación	

III.2. Instrumentos Normativos.

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.2.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) es la ley fundamental del Estado Mexicano. En ella se establecen los derechos y obligaciones esenciales de los ciudadanos y los gobernantes, se trata de la norma jurídica suprema y ninguna otra ley, precepto legal o disposición pueden contravenir lo que ella expresa.

Los artículos que inciden de manera general en y durante la ejecución del proyecto son:

“Artículo 25.- Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que este sea integral y sustentable, que fortalezca la soberanía de la nación y su régimen democrático y que, mediante el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso

y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege. (...)

El Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, y llevará a cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general en el marco de libertades que otorga la Constitución. (...)

Bajo criterios de equidad social y productividad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente. (...)

Artículo 26.- A. *El Estado organizará un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la nación.*

Los fines del proyecto nacional contenidos en la Constitución determinarán los objetivos de la planeación. Habrá un Plan Nacional de Desarrollo al que se sujetarán obligatoriamente los programas de la administración pública federal.

La ley facultara al ejecutivo para que establezca los procedimientos de participación y consulta popular en el sistema nacional de planeación democrática, y los criterios para la formulación, instrumentación, control y evaluación del Plan y los Programas de Desarrollo. (...)

En materia ambiental, el Artículo 27 de la CPEUM, 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.

“Artículo 27.- La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictaran las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, 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; (...) y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad. “

III.3. Leyes y Reglamentos Federales

III.3.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

En la LGEEPA se establecen las condiciones a que se sujetará la realización de las obras y actividades que puedan causar un desequilibrio ecológico. Los principales artículos con que se vincula el proyecto que nos ocupa se mencionan a continuación.

Por la naturaleza de las obras y actividades que conforman al proyecto, corresponden al sector de la industria eléctrica, y por la ubicación de las obras en los polígonos delimitados, se requiere del cambio de uso de suelo de áreas forestales, por lo que el proyecto que nos ocupa, se vincula con los siguientes artículos:

Tabla III.3. Artículos de la LGEEPA aplicables para el desarrollo del proyecto.

Artículo de la LGEEPA	Vinculación con el proyecto
<p>Artículo 28.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental:</p> <p>(....)</p> <p>VII.- Cambios de uso de suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.</p> <p>(...)</p> <p>IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros.</p>	<p>El proyecto contempla obras y actividades que se ubicarán en un ecosistema costero, adicionalmente a lo anterior, para su ejecución se requiere el cambio de uso de suelo forestal, razón por la cual se somete al presente procedimiento de evaluación del impacto ambiental para la obtención de la autorización correspondiente de manera previa a su realización.</p>
<p>Artículo 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.</p>	<p>El proyecto se ajusta al precepto establecido del artículo en cita, ya que para obtener la autorización en materia de impacto ambiental, se presenta 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.3.2. Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

El Reglamento en cita, se vincula con el proyecto, en cuanto a la presentación de la presente Documento Técnico Unificad, modalidad B-Regional, así como a la prevención del deterioro ambiental que podría ser ocasionado por el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas. Razonamiento bajo el cual, se realiza la siguiente vinculación con los preceptos jurídicos aplicables:

Tabla III.4. Artículos aplicables del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p>Artículo 5. Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:</p> <p>(...)</p> <p>O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS</p> <p>(...)</p> <p>Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS:</p> <p>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. (...)</p>	<p>Al presentar el presente DTU-B para su respectiva evaluación por la autoridad competente y su posterior autorización, por lo que el proyecto se ajusta a lo establecido por en el presente Artículo.</p> <p>Asimismo, las obras y actividades proyectadas requieren el cambio de uso de suelo de áreas forestales, lo que conlleva la vinculación del inciso O, del artículo en comento.</p>
<p>Artículo 14. 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.</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</p>

Artículo	Vinculación con el proyecto
	autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal (...)"
<p>Artículo 44. Al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental la Secretaría deberá considerar:</p> <p>I. Los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se trate, tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación;</p> <p>II. La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos, y</p> <p>III. En su caso, la Secretaría podrá considerar las medidas preventivas, de mitigación y las demás que sean propuestas de manera voluntaria por el solicitante, para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.</p>	<p>En el capítulo IV, se describen las condiciones actuales del sistema ambiental, esto permite tener una idea general, de lo conservado o deteriorado que se encuentra el sitio del proyecto. Una vez descrito el medio ambiente, se podrán determinar los posibles impactos que puedan ser ocasionados al entorno en función del tipo de obras y/o actividades que conforman al proyecto.</p> <p>Cabe destacar que el sitio del proyecto se ubica fuera de Áreas Naturales Protegidas.</p> <p>Asimismo, el promoviente ha establecido una serie de acciones y estrategias contempladas en Programas mediante las cuales se implementarán medidas de mitigación y compensación, coadyuvando a la factibilidad ambiental del presente proyecto que nos ocupa.</p>
<p>Artículo 47.- La ejecución de la obra o la realización de la actividad de que se trate, deberá sujetarse a lo previsto en la resolución respectiva, en las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan y en las demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.</p>	<p>El proyecto deberá sujetarse a lo dispuesto en la resolución respectiva, en las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan y en las demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.</p>

III.3.3. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)

El cambio de uso del suelo en terreno forestal de acuerdo a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable es la remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales (Definición tomada de la Fracción V del Artículo 7 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable).

Por lo antes expuesto, 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.5. Artículos de la LGDFS que son vinculantes con proyecto.

Artículo	Vinculación del proyecto
<p>Artículo 117.- 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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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 aplicable (...)</p>	<p>El desarrollo de las obras requieren del cambio de uso de suelo del área forestal correspondiente por lo que se presenta el presente 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>
<p>Artículo 118.- Los interesados en el cambio de uso de terrenos forestales deberán acreditar que otorgaron depósito ante el fondo, para el concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en los términos y condiciones que establezca el reglamento.</p> <p>En cuanto a los artículos mencionados en materia de uso de suelo, de manera conjunta a la presente Manifestación de Impacto Ambiental se elaborará el estudio técnico justificativo para cambio de utilización de terrenos forestales, con la finalidad de que éste constituya la base para el dictamen y opinión del Consejo Estatal Forestal. Así mismo, se tomará en cuenta lo relativo al depósito para la compensación de áreas afectadas.</p>	<p>El Estudio Técnico Justificativo que sustente el cambio de uso de suelo de terrenos forestales, forma parte integral de la presente DTU, mismo que se someterá a la evaluación ante la autoridad competente, a efecto de demostrar la viabilidad ambiental del proyecto. Sobra mencionar que no se comenzarán las obras hasta haber obtenido la autorización relativa al proyecto.</p> <p>Por otra parte cabe destacar, que en el desarrollo del proyecto se ejecutaran actividades ambientales en compensación del cambio de uso de suelo (Ver Capítulo VII) y las demás que la autoridad ambiental dictamine en caso de una autorización a favor del proyecto, en apego a la legislación ambiental y al cumplimiento de los preceptos que de ella emanen.</p>

III.3.4. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (RLGDFS)

El presente Reglamento es aplicable al proyecto, ya que se pretende llevar a cabo el cambio de uso, en consecuencia el proyecto estará sujeto a lo siguiente:

Tabla III.6. Vinculación del proyecto con respecto a los Artículos aplicables del RLGDFS.

Artículo del Reglamento	Vinculación del Proyecto
<p>Artículo 120.- Para solicitar la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría, el cual contendrá lo siguiente:</p> <p>I. Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante;</p> <p>II. Lugar y fecha;</p> <p>III. Datos de ubicación del predio o conjunto de predios, y</p> <p>IV. Superficie forestal solicitada para el cambio de uso del suelo y el tipo de vegetación por afectar.</p> <p>Junto con la solicitud, deberá presentarse el estudio técnico justificativo, así como copia simple de la identificación oficial del solicitante y original o copia certificada del título de propiedad debidamente inscrita en el registro público que corresponda o en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias deberá 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, así como copia simple para su cotejo.</p>	<p>El proyecto se ajusta a dicha disposición, dando cumplimiento a los requisitos que en ésta se expresan mediante la presentación del Documento Técnico Unificado.</p>

III.3.5. Ley General de Vida Silvestre (LGVS)

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>“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.</p> <p>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.”</p>	<p>Es imperante 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>Asimismo, resulta significativo señalar que en las etapas del proyecto, no se afectará el flujo hidrológico y ni el flujo subterráneo del manglar, tal como se describe en el Diagnóstico Capítulo IV del presente Documento Técnico Unificado y no se afectarán los servicios ecológicos que nos brinda este ecosistema.</p> <p>Bajo la premisa antes expuesta, se declara que el proyecto respetará 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>Es importante mencionar que de acuerdo a la ubicación del predio (Ver Figura III.1), existe una zona de manglar ya perturbada cercana, <u>la cual no será afectada con el desarrollo del proyecto, asimismo, cabe mencionar que no se llevará a cabo ningún desmonte de vegetación de manglar</u>; cuya distancia respecto del predio del proyecto es de 21.7 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 <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 suelo correspondiente”</i>.</p> <p>Bajo este supuesto, se propone la implementación de medidas en beneficio del manglar (ver Capítulo VII del presente DTU), cuyo objeto es aumentar la superficie vegetal.</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.3. Ubicación del proyecto con respecto a la vegetación de mangle y su distancia.

III.3.1. Ley de Aguas Nacionales (LAN)

Ésta ley se vincula con el proyecto, ya que se requerirá agua para las etapas de construcción y operación del proyecto.

Tabla III.8. Artículos en materia de Ley de Aguas Nacionales aplicables al proyecto.

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p>Artículo 20. (...) 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.</p>	<p>Para el proceso de preparación y construcción, se tiene previsto que el agua será suministrada por el Club Med (residencial) a través de su infraestructura interna y el agua potable para suministrar a los trabajadores será por medio de compra de garrafones.</p> <p>Para la operación, el proyecto prevé conectarse con la red pública a cargo de DHC-AGUAKAN.</p>

<p>Artículo 28. Los concesionarios tendrán los siguientes derechos:</p> <p>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;</p> <p>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;</p> <p>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;</p>	<p>En este tenor, es importante precisar que el promovente no llevará a cabo ninguna obra o actividad relacionada con la construcción de pozos de extracción de agua.</p>
--	---

III.3.2. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

Tabla III.9. Artículo del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales aplicable al proyecto.

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p>Artículo 135. Las personas físicas o morales que efectúen descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores a que se refiere la "Ley", deberán:</p> <p>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;</p> <p>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;</p> <p>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;</p> <p>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;</p>	<p>Las aguas residuales que se generarán durante las etapas de preparación del sitio y construcción, serán provenientes de los sanitarios portátiles tipo <i>sanirent</i> instalados para los trabajadores de la obra. Es importante señalar que 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 del proyecto, las aguas residuales generadas se conducirán a la red de drenaje a cargo de DHC-AGUAKAN.</p> <p>Por lo antes expuesto, este artículo no aplica al proyecto.</p>

III.3.3. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)

La vinculación de esta Ley con el proyecto sujeto a evaluación en sus diferentes etapas de desarrollo, parte de la prevención, generación, valorización y gestión integral de los residuos, tanto peligrosos, como 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.

La Ley en cita señala las obligaciones del generador de acuerdo al volumen de generación anual. Así como los lineamientos para el manejo integral de los residuos generados.

Tabla III.10. Artículos aplicables al proyecto en materia LGPGIR aplicables al proyecto.

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p>Artículo 16. 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.</p>	<p>El proyecto se ajusta al artículo en cita, derivado de que 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 los mismos, así como los sólidos generados durante el desarrollo de las diversas etapas y acorde a la normatividad aplicable, dando así cumplimiento a dicha disposición.</p>
<p>Artículo 19. Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:</p> <p>...</p> <p>VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;</p>	<p>Como se ha mencionado con anterioridad, se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos, en el que también se ha considerado a aquellos residuos de manejo especial a fin de dar cumplimiento a los preceptos legales aplicables.</p>

<p>Artículo 40. 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.</p> <p>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.</p>	<p>Para el cumplimiento de dicho artículo, dentro de las acciones ambientales que se han considerado para el proyecto, se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos Peligrosos, el cual se ha realizado en observancia de la normatividad (NOM's) y legislación aplicable, a fin de prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente, el cual está incluido en el Capítulo VII del presente DTU.</p>
<p>Artículo 41. 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.</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>Artículo 42. 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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>	<p>En observancia de dicho artículo, para la ejecución del Programa de Manejo Integral de Residuos, el proyecto 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>Artículo 54. 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.</p> <p>La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.</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.3.4. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (RLGPGIR)

El reglamento en referencia, se vincula con el **proyecto** en cuanto a la identificación, y manejo integral de los residuos peligrosos en sus diferentes etapas. Respecto a la Identificación de los residuos peligrosos, se establece lo siguiente:

Tabla III.11. Artículos aplicables al proyecto en materia del RLGPGIR aplicables al proyecto.

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p>Capítulo IV, Criterios de Operación en el Manejo Integral de Residuos Peligrosos</p> <p>Artículos 82, 83 y 84, de la Sección I, Almacenamiento y centros de acopio de residuos peligrosos.</p>	<p>La vinculación del artículo en cita con el proyecto, se orienta al cumplimiento de los preceptos establecidos prioritariamente en la etapa constructiva, que es en la etapa que se generará mayor volumen de residuos, ya que en la etapa operativa habrá una disminución drástica en tanto que los pocos residuos que se generen serán provenientes de los trabajos de mantenimiento, por lo que éstos serán manejados en observancia de las los artículos citados así como en lo dispuesto en las Normas Oficiales Mexicanas que sean aplicables.</p>
<p>Artículos 85 y 86, de la Sección II, Recolección y Transporte de Residuos Peligrosos</p>	<p>Para las actividades de recolección y transporte externo de los residuos, éstas se llevarán a cabo a través de una empresa prestadora de servicios, de la que se cerciorará la promovente que cuente con la autorización correspondiente para prestar los mismos.</p>
<p>Artículo 87 y 88. Los envases que hayan estado en contacto con materiales o residuos peligrosos podrán ser reutilizados para contener el mismo tipo de materiales o residuos peligrosos u otros compatibles con los envasados originalmente, siempre y cuando dichos envases no permitan la liberación de los materiales o residuos peligrosos contenidos en ellos</p>	<p>La vinculación del proyecto con este artículo, se encuentra relacionado con las actividades de recolección y transporte externo de los residuos, ésta se llevará a cabo a través de una empresa prestadora de servicios de la que se cerciorará la promovente que cuente con la autorización correspondiente para prestar los mismos.</p>

Artículos 87 y 88 , de la Sección III, Reutilización, reciclaje y co-procesamiento	Dichas disposiciones resultan aplicables para su observancia y cumplimiento por la empresa prestadora de servicios que en su momento se contrate por la promotora del proyecto.
Artículo 90 , de la Sección IV, Tratamiento de residuos peligrosos	El tratamiento de residuos peligrosos se llevará a cabo de acuerdo a las disposiciones reglamentarias y normativas aplicables, así como los criterios que de esta ley emanen, a través de la empresa prestadora de servicios debidamente acreditada.
Artículos 91,92, 93, 94, 95, 96, 97, 98 y 99 , de la Sección V, Disposición final de residuos peligrosos	La empresa que preste sus servicios durante las etapas de desarrollo del proyecto, deberá darle una disposición final a los residuos que se generen, en cumplimiento de las disposiciones jurídicas citadas, precisando que el almacenamiento de residuos peligrosos será temporal.

III.3.5. Ley General de Bienes Nacionales (LGBN)

Atendiendo a que aún y cuando el proyecto considera la realización de obras y actividades en un ecosistema costero, dentro de la Zona Federal Marítimo Terrestre y bajo el conocimiento que cualquier trámite relacionado con este Bien Nacional debe ser realizado ante las Unidades Administrativas correspondientes de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Es importante mencionar que únicamente se ocupará la zona federal con pasos a playa, camastros y palapas elaboradas materiales de la región, los cuales son temporales y fácilmente removibles por lo que no representan una alteración.

De acuerdo a lo antes expuesto, a continuación se presenta la vinculación de los artículos aplicables de la LGBN al proyecto:

Tabla III.12. Artículos aplicables al proyecto de la Ley General de Bienes Nacionales.

Artículo	Vinculación con el proyecto
Artículo 7. Son bienes de uso común: V.- La zona federal marítimo terrestre; VII.- Los diques, muelles, escolleras, malecones y demás obras de los puertos, cuando sean de uso público;	Las obras manifestadas sujetas a evaluación, se encuentran en Zona Federal Marítima Terrestre, en el que dicha zona se determinan como bienes de uso común.

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p>Artículo 20. Las concesiones sobre bienes de dominio público no crean derechos reales; otorgan simplemente frente a la administración y sin perjuicio de terceros, el derecho a realizar los usos, aprovechamientos o explotaciones, de acuerdo con las reglas y condiciones que establezcan las leyes y el acto o título de la concesión.</p>	<p>El proyecto se ajusta a lo establecido en este artículo, ya que el uso y aprovechamiento de la ZOFEMAT se hará en acorde a lo establecido en el título de concesión con que cuenta la promovente.</p>
<p>Artículo 50. El Ejecutivo Federal, a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, proveerá el uso y aprovechamiento sustentable de la zona federal marítimo terrestre y los terrenos ganados al mar. Con este objetivo, dicha dependencia, previamente, en coordinación con las demás que conforme a la materia deban intervenir, establecerá las normas y políticas aplicables, considerando los planes y programas de desarrollo urbano, el ordenamiento ecológico, la satisfacción de los requerimientos de la navegación y el comercio marítimo, la defensa del país, el impulso a las actividades pesqueras y el fomento de las actividades turísticas y recreativas</p>	<p>El proyecto se ajusta a los preceptos establecidos en este artículo, ya que se ha considerado lo dispuesto en las políticas y normas aplicables en los planes, programas de desarrollo urbano, el ordenamiento ecológico a fin de hacer uso y aprovechamiento sustentable de la Zona Federal Marítimo Terrestre.</p>
<p>Artículo 119. Tanto en el macizo continental como en las islas que integran el territorio nacional, la zona federal marítimo terrestre se determinará:</p> <p>I.- Cuando la costa presente playas, la zona federal marítimo terrestre estará constituida por la faja de veinte metros de ancho de tierra firme, transitable y contigua a dichas playas o, en su caso, a las riberas de los ríos, desde la desembocadura de éstos en el mar, hasta cien metros río arriba;</p>	<p>El artículo en cita define lo que es la Zona Federal Marítimo Terrestre, por lo que, parte de las obras actividades que nos ocupa se encuentra en dicha zona.</p> <p>Por tal motivo, la promovente solicitó y obtuvo en su momento el título de concesión que le permite el uso y aprovechamiento de la zona federal marítimo terrestre de manera sustentable.</p>
<p>Artículo 120. El Ejecutivo Federal, a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, promoverá el uso y aprovechamiento sustentables de la zona federal marítimo terrestre y los terrenos ganados al mar. Con este objetivo, dicha dependencia, previamente, en coordinación con las demás que conforme a la materia deban intervenir, establecerá las normas y políticas aplicables, considerando los planes y programas de desarrollo urbano, el ordenamiento ecológico, la satisfacción de los requerimientos de la navegación y el comercio marítimo, la defensa del país, el impulso a las actividades de pesca y acuicultura, así como el fomento de las actividades turísticas y recreativas.</p>	<p>En atención al presente artículo, el promovente ajustado a las políticas de sustentabilidad planteadas por la SEMARNAT a través de la Dirección General de Zona Federal Marítimo Terrestre y Ambientes Costeros, gestionó y obtuvo el título de concesión de zona federal marítimo terrestre mismos que es ejercido de manera sustentable.</p>

III.3.6. Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítima terrestre y terrenos ganados al mar

Únicamente se ocupará la zona federal con pasos a playa, camastros y palapas elaboradas materiales de la región, los cuales son temporales y fácilmente removibles por lo que no representan una alteración. A continuación hacemos referencia de aquellos artículos que se vinculan con la realización del proyecto, con respecto al Reglamento en cita:

Tabla III.13. Artículos aplicables al proyecto de acuerdo al Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítima terrestre y terrenos ganados al mar.

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p>Artículo 4º.La zona federal marítimo terrestre se determinará únicamente en áreas que en un plano horizontal presenten un ángulo de inclinación de 30 grados o menos.</p> <p>Tratándose de costas que carezcan de playas y presenten formaciones rocosas o acantilados, la Secretaría determinará la zona federal marítimo terrestre dentro de una faja de 20 metros contigua al litoral marino, únicamente cuando la inclinación en dicha faja sea de 30 grados o menor en forma continua.</p>	<p>En el presente artículo, se define la Zona Federal Marítimo Terrestre en el cual, parte de las obras y actividades sujetas a evaluación y motivo de la presente DTU, se encuentran dentro de dicha zona, por lo tanto el proyecto se ubica dentro del supuesto legal previsto, contando con la concesión correspondiente para el debido aprovechamiento del bien nacional costero.</p>
<p>Artículo 5º.Las playas, la zona federal marítimo terrestre y los terrenos ganados al mar, o a cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas, son bienes de dominio público de la Federación, inalienables e imprescriptibles y mientras no varíe su situación jurídica, no están sujetos a acción reivindicatoria o de posesión definitiva o provisional.</p>	<p>La Zona Federal Marítima Terrestre en donde se ubicarán parte de las obras y actividades del proyecto, es un bien de dominio público de la Federación.</p>
<p>Artículo 6º.Para el debido aprovechamiento, uso, explotación, administración y vigilancia de las playas, la zona federal marítimo terrestre y los terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas, se considerarán sus características y uso turístico, industrial, agrícola o acuícola, en congruencia con los programas maestros de control y aprovechamiento de tales bienes, cuya elaboración estará a cargo de la Secretaría.</p>	<p>En este artículo se hace referencia que las obras proyectadas deben estar en congruencia con los programas maestros de control y aprovechamiento de los bienes comunes, y cuyas obras se apegaran a dichos lineamientos. La zona y actividades realizadas por la promovente son de carácter turístico por lo que la promovente ya cuenta con el título de concesión correspondiente.</p>
<p>Artículo 22.La Secretaría mediante el acuerdo correspondiente, destinará al servicio de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, de los gobiernos estatales o</p>	<p>Las obras sujetas a evaluación se ajustarán a cada una de las autorizaciones correspondientes otorgadas por las autoridades competentes, a fin de aprovechar o hacer uso de manera sustentable de la</p>

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p>municipales, las áreas de zona federal marítimo terrestre o de terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito de aguas marítimas que se requieran usar, aprovechar o explotar.</p> <p>Las dependencias o entidades de la Administración Pública Federal o de los gobiernos de los estados o de los municipios, que para el cumplimiento de los fines públicos a su cargo requieran se destinen a su servicio áreas de zona federal marítimo terrestre o de terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito de aguas marítimas, deberán presentar solicitud escrita a la Secretaría, precisando el área que requieran, así como el uso, aprovechamiento o explotación que vayan a darles, anexando croquis de localización de las mismas, así como los proyectos y planos de las obras a ejecutarse y demás requisitos que conforme a las leyes y reglamentos sean necesarios.</p>	<p>zona federal marítimo terrestre.</p>
<p>Artículo 23. Las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, o los gobiernos de los estados o los municipios que cubran los requisitos previstos en la ley y el Reglamento, tendrán preferencia frente a los particulares para usar, aprovechar o explotar la zona federal marítimo terrestre, terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito de aguas marítimas.</p> <p>Cuando las áreas requeridas para fines públicos se encuentren concesionadas o permisionadas, la Secretaría de estimar procedentes las causas que aduzcan los solicitantes, podrá expedir la declaratoria de rescate o revocar el permiso, conforme a lo dispuesto por la Ley.</p>	<p>Los particulares, así como las instituciones públicas podrán usar, aprovechar y explotar los bienes del dominio público a través de un título de concesión o el permiso respectivo, el proyecto se apega a dicho criterio.</p>
<p>Artículo 24. Cuando en igualdad de circunstancias existan particulares interesados en usar, aprovechar o explotar la zona federal marítimo terrestre y los terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito de aguas marítimas, la Secretaría a fin de otorgar las concesiones o permisos correspondientes deberá observar el siguiente orden de prelación:</p> <ol style="list-style-type: none"> I. Últimos propietarios de los terrenos que como consecuencia de los movimientos marítimos hayan pasado a formar parte de la zona federal marítimo terrestre; II. Solicitantes de prórroga de concesión o permiso, siempre y cuando hayan cumplido con las disposiciones de la Ley, del Reglamento y de la concesión o permiso; III. Solicitantes cuya inversión sea importante y coadyuve al desarrollo urbano y socioeconómico del 	<p>La obtención de una concesión es necesaria, cuando se lleve a cabo el uso, aprovechamiento o explotación especial de la ZOFEMAT, el proyecto se ajusta a lo que establece el presente criterio.</p>

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p>lugar y sea compatible con los programas maestros de control y aprovechamiento de la zona federal marítimo terrestre;</p> <p>IV. Ejidos o comunidades colindantes;</p> <p>V. Propietarios o legítimos poseedores de los terrenos colindantes con las áreas de que se trate;</p> <p>VI. Cooperativas de pescadores;</p> <p>VII. Concesionarios o permisionarios por parte de autoridad competente, para explotar materiales que se encuentren dentro de la zona federal marítimo terrestre; y</p> <p>VIII. Los demás solicitantes.</p> <p>Cuando concurren personas a las que en términos de este artículo les corresponda el mismo orden de preferencia, la Secretaría determinará a cuál de ellas otorgará la concesión o el permiso correspondiente, según la importancia de la actividad.</p>	
<p>Artículo 29. Los concesionarios de la zona federal marítimo terrestre, de los terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas, están obligados a:</p> <p>I. Ejecutar únicamente el uso, aprovechamiento o explotación consignado en la concesión;</p> <p>II. Iniciar el ejercicio de los derechos consignados en la concesión, a partir de la fecha aprobada por la Secretaría;</p> <p>III. Iniciar las obras que se aprueben, dentro de los plazos previstos en la concesión, comunicando a la Secretaría de la conclusión dentro de los tres días hábiles siguientes;</p> <p>IV. Responder de los daños que pudieran causarse por defectos o vicios en las construcciones o en los trabajos de reparación o mantenimiento;</p> <p>V. Cubrir los gastos de deslinde y amojonamiento del área concesionada;</p> <p>VI. Mantener en óptimas condiciones de higiene el área concesionada;</p> <p>VII. Cumplir con los ordenamientos y disposiciones legales y administrativas de carácter federal, estatal o municipal;</p> <p>VIII. Coadyuvar con la Secretaría en la práctica de las inspecciones que ordene en relación con el área concesionada;</p> <p>IX. Realizar únicamente las obras aprobadas en la concesión, o las autorizadas posteriormente por la Secretaría;</p>	<p>El proyecto se ajusta a todas y cada una de las disposiciones establecidas al presente artículo, así como a lo definido en la concesión correspondiente otorgada por la Secretaría.</p>

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p>X. Desocupar y entregar dentro del plazo establecido por la Secretaría las áreas de que se trate en los casos de extinción de las concesiones; y</p> <p>XI. Cumplir con las obligaciones que se establezcan a su cargo en la concesión.</p> <p>Los permisionarios de los bienes a que se refiere este Reglamento tendrán que cumplir con las obligaciones señaladas en las fracciones I, II, III, VII, VIII, IX y XI de este artículo.</p>	
<p>Artículo 36.- La SEMARNAT vigilará que el uso, aprovechamiento o explotación de los bienes a que se refiere este reglamento, se ajuste a las disposiciones vigentes sobre desarrollo urbano, ecología, así como a los lineamientos que establezcan los programas maestros de control y aprovechamiento de la zona federal marítimo terrestre.</p>	<p>El proyecto se ajusta a lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano así como a los lineamientos que establezcan los programas maestros de control y aprovechamiento de la zona federal marítimo terrestre.</p>

III.3.7. Ley General de Cambio Climático (LGCC)

La citada ley queda vinculada al **proyecto** derivado de que las actividades a desarrollar generarán emisiones a la atmósfera que aumentan los gases de efecto invernadero pudiendo afectar al medio ambiente.

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 (CO₂) durante los últimos ciento cincuenta años de industrialización, superan las capacidades de captura de la biosfera. De esta forma, las concentraciones de CO₂ 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 establece la creación de diversos instrumentos de política pública, entre ellos, el Registro Nacional de Emisiones (RENE) que permitirá compilar la información necesaria en materia de emisión de Compuestos y Gases Efecto Invernadero (CyGEI) de los diferentes sectores productivos del país para dar trazabilidad, evaluar tendencias y establecer estrategias nacionales de reducción de emisiones. Un registro de emisiones les permitirá a las empresas e industrias identificar sus fuentes de emisión con el objetivo de reducir su huella de carbono, generar oportunidades de negocio y ser más competitivos. En observancia de la citada Ley, se ha vinculado el proyecto con las disposiciones legales siguientes:

Tabla III.14. Artículos en materia de la Ley de Cambio Climático aplicables al proyecto.

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p>Artículo 28. 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:</p> <p>IV. Ecosistemas y biodiversidad, en especial de zonas costeras, marinas, de alta montaña, semiáridas, desérticas, recursos forestales y suelos;</p> <p>V. Energía, industria y servicios;</p>	<p>Como se observa en dicha disposición legal, corresponde a una atribución y obligación a cargo de las autoridades en el ámbito de su competencia, siendo éstas las competentes para ejecutar las acciones necesarias para la política nacional de adaptación frente al cambio climático, por cuanto hace a ecosistemas y biodiversidad.</p> <p>No obstante lo anterior, el proyecto contará con programas de mantenimiento periódicos con la finalidad de minimizar las emisiones de gases a la atmósfera.</p>
<p>Artículo 88. 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</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.3.8. 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.15. Artículo del Reglamento de la LGCC aplicable para el desarrollo del proyecto.

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p>Artículo 4. 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>I. Sector Energía:</p> <p>...</p> <p>b. Subsector explotación, producción, transporte y distribución de hidrocarburos:</p> <p>b.6. Transporte de gas natural por ductos, incluido el suministro al consumidor final;</p> <p>Las actividades previstas en las fracciones I y III del presente artículo calcularán y reportarán sus Emisiones Directas o Indirectas por instalación.</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.4. Programas de Ordenamiento Ecológico y Desarrollo Urbano

III.4.1. 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 (**POEMRGMycMC**), 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, unidades de gestión ambiental y una estrategia ecológica con objetivos específicos, acciones, criterios ecológicos y responsables.

A. Modelo de Ordenamiento Ecológico

1. Los 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 Áreas Naturales Protegidas 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.4. Expresión gráfica del área sujeta a POEMyRGMyc.

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

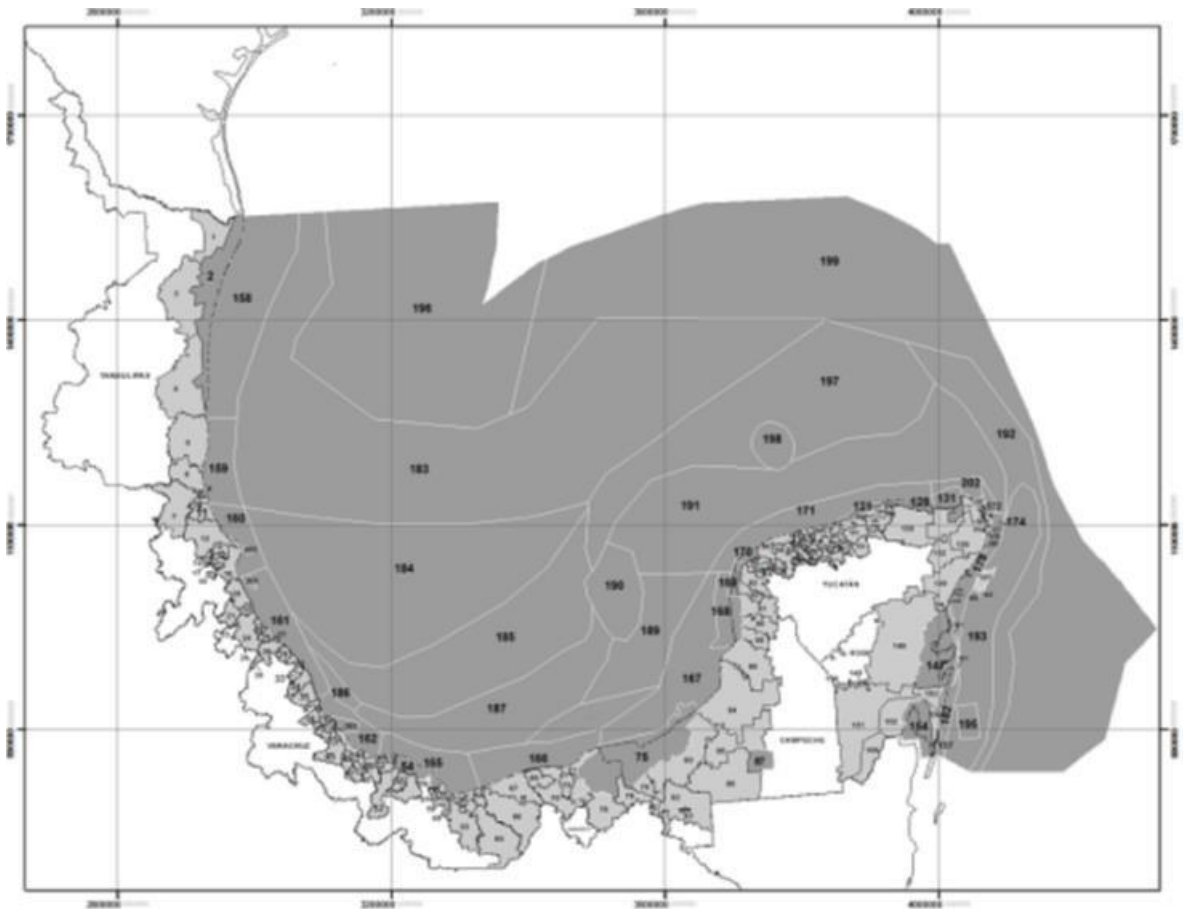


Figura III.5. Unidades de Gestión Ambiental que conforman el POEMyRGMMyMC.

El polígono del proyecto, se encuentra localizado en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 138, de tipo **Regional** denominada **Benito Juárez**, como se muestra en la siguiente figura:

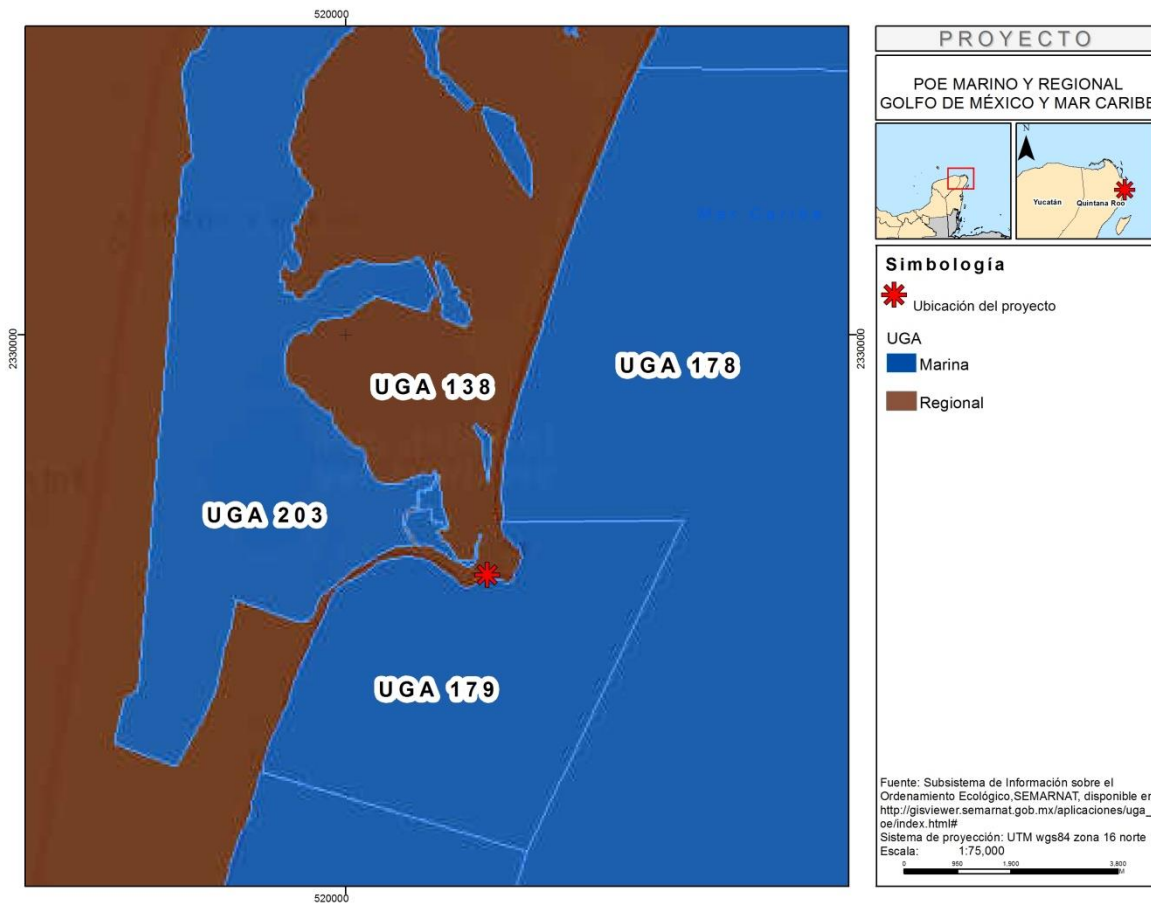
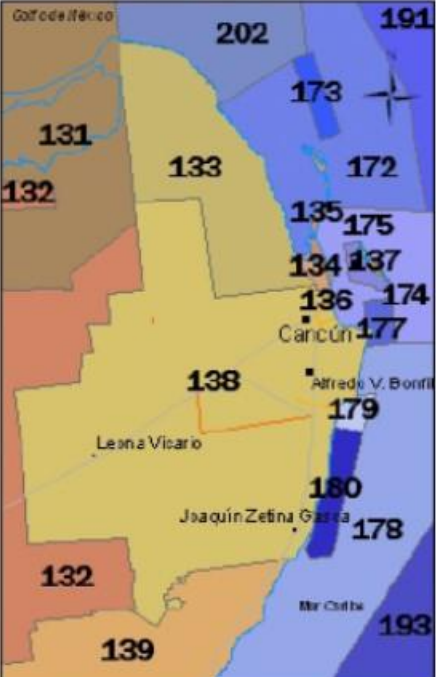


Figura III.6. Ubicación del proyecto respecto a las Unidades de Gestión Ambiental del POEMRGMyc.

A continuación, se cita la ficha técnica de la UGA correspondiente, así como los criterios específicos asignados a la UGA 138, de tipo Regional denominada Benito Juárez y que son aplicables al proyecto que nos ocupa.

Unidad de Gestión Ambiental #:138

Tipo de UGA	Regional	Mapa 
Nombre:	Benito Juárez	
Municipio:	Benito Juárez	
Estado:	Quintana Roo	
Población:	573,325 Habitantes	
Superficie:	225,770.386 Ha.	
Subregión:	Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata Mar Caribe	
Islas:		
Puerto Turístico	Presente	
Puerto Comercial	Presente	
Puerto Pesquero	Presente	
Nota:		

Acciones Específicas							
Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación
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 continuación se presentan la tabla de acciones generales y su vinculación con el proyecto.

Tabla III.16. Vinculación de la modificación del proyecto con respecto a las acciones generales.

No.	Acción general	Vinculación del proyecto
G001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.	Para el suministro de agua potable en el desarrollo del proyecto, el proyecto empleará las instalaciones existentes de Club Medm adicionalmente a lo anterior, se aplicarán tecnologías de manejo para el uso de eficiente del agua.
G002	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.
G003	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.
G004	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.
G005	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.
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	No aplica el criterio. En la operación del proyecto no habrá emisiones a la atmósfera.
G007	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.
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente	No aplica. No se contempla la utilización de organismos genéticamente modificados.

No.	Acción general	Vinculación del proyecto
G009	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.
G010	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.
G011	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 costero, para lo cual entre otros puntos el promovente cuenta con un título de concesión ajustado a las políticas de sustentabilidad establecidas por la SEMARNAT, lo cual considerado en el momento del otorgamiento de la concesión.
G012	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.
G013	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.
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos	No aplica al proyecto. No se tiene la presencia de ríos en el predio.
G015	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.
G016	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.
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	No aplica. El proyecto no contempla actividades agrícolas.
G018	Recuperar la vegetación que consolide los 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.

No.	Acción general	Vinculación del proyecto
G019	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.
G020	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.
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	No aplican las acciones debido a que el proyecto no contempla actividades productivas.
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	En las áreas ajardinadas contempladas dentro del diseño del proyecto, se dará el mantenimiento adecuado para evitar la generación de plagas.
G024	Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.	En compensación por el cambio de uso de, se llevarán actividades de reforestación como se ha indicado en el Capítulo VII del presente DTU, no obstante el pago de compensación que para tal caso el promovente erogue por el cambio de uso de suelo y cuyo destino es la reforestación. Dentro de estas actividades de restauración se pretende la reforestación de la laguna Caleta para aumentar la superficie vegetal, en acorde a los criterios ecológicos en cita, recolectando propágulos los cuales serán cuidados para garantizar su crecimiento y fortaleza y garantía éxito en su reincorporación al medio natural
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas	
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	Actualmente en el predio del proyecto no existe conectividad ambiental derivado de las barreras antropogénicas con que actualmente cuenta el mismo.
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	No aplican los criterios en cita. El proyecto no se refiere a la promoción de energías sustentables, o manejo de combustibles, ni tampoco se refiere a la utilización de tecnologías para la producción de

No.	Acción general	Vinculación del proyecto
G028	Promover el uso de energías renovables.	energía.
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	
G031	Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno	
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	
G034	Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.	Se contará con servicio de energía eléctrica para las diferentes necesidades que se requieran en la obra, adicionales a la acometida municipal para efectos de energía eléctrica para edificación.
G035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	El proyecto no corresponde a instalaciones industriales.
G037	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	No aplica el criterio en cita. El proyecto no pretende el desarrollo de actividades agrícolas o de cultivo.
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono	No aplica dicha acción al desarrollo del proyecto.
G039	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.

No.	Acción general	Vinculación del proyecto
G040	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.
G041	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.
G042	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.
G043	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.
G044	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.
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte	No aplica el criterio. El proyecto no corresponde a actividades de transporte público.
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas	No aplica al proyecto. La naturaleza de las obras se refiere al sector turístico.
G048	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.	Acción general	Vinculación del proyecto
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	No aplica. Corresponde a la autoridad la consolidación de comités de protección civil.
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	Aunque el proyecto no contempla la construcción de casas habitación, pero si la construcción y ampliación de los servicios hoteleros existentes con una unidad de 60 habitaciones adicional, es evidente que dentro del diseño y proceso constructivo se considere lo citado en el criterio, ante el posible evento hidrometeorológico como son los huracanes por la ubicación del predio.
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos 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.
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	Posterior al tratamiento de aguas residuales, serán canalizados para el uso en el riego de aguas verdes o en su defecto descargas a la red municipal.
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	
G055	La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.	El desarrollo del proyecto requiere del cambio de uso de suelo de áreas forestales de conformidad a con los preceptos establecidos en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, sin embargo no habrá aprovechamiento de recursos maderables.
G056	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.	No aplica. No se contempla la construcción de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial.

No.	Acción general	Vinculación del proyecto
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	No aplica al proyecto el criterio en cita.
G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación 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 legislación ambiental.
G059	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.
G060	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.
G061	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.
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	No aplica. No se contemplan actividades agropecuarias.
G063	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. Corresponde a la autoridad la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas.
G064	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.

No.	Acción general	Vinculación del proyecto
G065	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.17. Vinculación de las obras con respecto a las acciones específicas.

No.	Acción específicas	Vinculación del proyecto
A005	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.	Se procurará que no existan de pérdida de agua durante los procesos de distribución, para tal efecto el proyecto se incorpora a la red ya existente del desarrollo Club Med ajustando a sus políticas y procesos de mantenimiento y supervisión, con lo cual se garantiza reducir y evitar la pérdida de agua en los procesos de distribución.
A006	Implementar programas para la captación 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 superficies no permeables y conducir las por redes colectoras a pozos de absorción.
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	Corresponde a la autoridad la constitución de áreas naturales protegidas.
A008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.	Parte de las obras propuestas colindan con zona de playa y otras serán llevadas a cabo en la propia ZOFEMAT, sin embargo, la playa presente en el sitio del proyecto no es sitio de anidación, ni reproducción de tortugas marinas.
A009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.	
A010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.	
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para	Se han considerado acciones en compensación por el cambio de uso de suelo, a fin de compensar la cobertura

No.	Acción específicas	Vinculación del proyecto
	revertir el avance de la frontera agropecuaria.	vegetal que se pretende desmontar (Ver Capítulo VII del presente DTU), aún y cuando el proyecto no pretende actividades agropecuarias.
A012	Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales.	Actualmente, en el sitio del proyecto no se tiene la presencia de duna costera.
A013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	No habrá introducción de especies potencialmente invasoras.
A014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	La ubicación de las obras que conforman el proyecto, se encuentran fuera de zonas de manglar. El predio se encuentra a una distancia aproximada de 21.7 m hacia el mangle, (Ver Figura III.1). El proyecto pretende llevar a cabo estrategias ambientales orientadas a la prevención de contaminación de suelo, agua y aire. Con objeto de la no afectación al ecosistema relevante como es el humedal costero presente.
A015	Promover e impulsar la reubicación 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.
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	En relación a esta acción, se manifiesta que no hay corredores biológicos en el predio, razón por la que no se prevé el establecimiento de los mismos.
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	El desarrollo del proyecto contempla acciones de restauración y recuperación del suelo, en aquellas superficies que se verán afectadas temporalmente dentro del predio. Asimismo, se contará con un Programa de conservación y protección de suelos
A018	Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y	El proyecto se ajusta a la acción en cita, en virtud de que se contemplan acciones de rescate y reubicación de especies tanto de flora y fauna sujetas a protección legal de acuerdo a la NOM-059 SEMARNAT-2010.

No.	Acción específicas	Vinculación del proyecto
	Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).	
A019	Los programas de remediación que se implementen, deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.	El proyecto contempla la implementación de un Programa de manejo integral de residuos de conformidad a la legislación ambiental a fin de evitar riesgos de contaminación al suelo, agua y aire.
A021	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, las aguas residuales generadas se conducirán a la red de drenaje a cargo de DHC-AGUAKAN. En cuanto a emisiones a la atmósfera, solo serán de manera temporal en las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto las cuales, serán controladas mediante el mantenimiento de la maquinaria y equipo a usar. No habrá depósitos de residuos en el suelo, se implementará un Programa de manejo integral de residuos.
A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	No aplica al proyecto. No habrá actividades en agua marina que sean afectadas por manejo de hidrocarburos.
A023	Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.	El proyecto contempla medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo por algún inadecuado manejo de residuos, en el caso de una emergencia o contingencia de algún derrame de aceite o combustible por la maquinaria a utilizar en el proceso constructivo, se tomarán las acciones inmediatas para la remediación in situ.
A024	Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.	En la etapa operativa habrá emisiones a la atmósfera de manera temporal por la maquinaria, y a fin de reducir las emisiones, serán sometidos a mantenimiento previo a su utilización, por tal motivo existirán Medidas específicas para el Control de emisiones a la atmósfera.
A025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su	Durante el desarrollo de las obras, se contempla la implementación de un Programa de manejo integral de residuos, que incluye el manejo de residuos

No.	Acción específicas	Vinculación del proyecto
	preservación.	peligrosos a fin de prevenir la contaminación al suelo.
A026	Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.	El proyecto no corresponde a sector industrial. El proyecto se refiere al sector turístico. La operación del mismo no generará emisiones a la atmósfera.
A027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	Únicamente se ocupará la zona federal con pasos a playa, camastros y palapas elaboradas materiales de la región, los cuales son temporales y fácilmente removibles por lo que no representan una perturbación.
A028	Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas evite generar efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.	En el diseño del proyecto se ha considera las obras de cimentación y edificación pero no en zona duna costera debido a la ausencia de la misma. De esta forma se ajusta el proyecto a la acción en cita.
A029	Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación 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 meteorológica o desastre natural.	El perfil de la costa se mantendrá, así como los patrones naturales de circulación de corrientes alineadas a la costa no serán perturbados, ya que no habrá desarrollo de obras o infraestructura en zona marina. El proyecto hotelero se pretende evidentemente en zona continental. Por lo que, no habrá modificación de línea de costa. El proyecto se ajusta a los criterios en cita.
A030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.	
A031	Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.	Entre el predio y el sistema lagunar, no existe una barra arenosa. La vegetación que prevalece en el límite del predio hacia la Laguna Caleta es vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.
A032	Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.	No habrá afectación en zona de playas. Las obras y actividades propuestas por el promovente será llevados a cabo en la zona federal marítimo terrestre, no obstante ello, las obras y actividades propuestas en ZOFEMAT contarán con una serie de medidas y acciones para incrementar sus características naturales, manteniendo limpia y orden dicha zona, asimismo, no se ejecutarán obras marítimas que pudieran afectar la línea de costa a través de

No.	Acción específicas	Vinculación del proyecto
		procesos erosivos.. En torno a duna costera, actualmente el sitio del proyecto no cuenta con duna.
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	No aplican las especificaciones. El proyecto no corresponde al sector energético.
A037	Promover la generación energética por medio de energía solar.	
A038	Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.	No aplican las acciones, en virtud de que el proyecto no llevará actividades agrícolas.
A040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías 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 producción acuícola.
A044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías	
A046	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.
A048	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.
A049	Contribuir a la construcción, modernización y ampliación de la infraestructura portuaria de apoyo a la producción pesquera y turística para embarcaciones menores.	
A050	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. Se destaca que para el desarrollo del proyecto se ha considerado los establecido en el Programa de Desarrollo Urbano.
A051	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.
A052	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y	No aplican las especificaciones. No se contemplan actividades de cultivos, ganado,

No.	Acción específicas	Vinculación del proyecto
	prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.	pastos y praderas, y bosques.
A053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	No aplica. El proyecto no corresponde a actividades de tipo productivas extensivas.
A054	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 ambiental.	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 implementaran estrategias ambientales para minimizar impactos ambientales que son convergentes con la acciones en cita.
A055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	Corresponde a la autoridad local lo citado en la acción, aunado a que no se contempla la producción agropecuaria.
A057	Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.	Corresponde a la autoridad local la supervisión del no establecimiento en zona de riesgo.
A058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	No aplica la acción al proyecto que nos ocupa.
A059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	No aplica. El proyecto no corresponde al desarrollo de equipamiento básico.
A060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	Corresponde a la autoridad local, la supervisión en el establecimiento de sistemas de alerta. En particular el responsable del proyecto, consiente de ante la posible presencia de eventos hidrometeorológicos se tomarán las medidas necesarias para evitar riesgos accidentales con el turista y el personal operativo.
A061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación	Corresponde a la autoridad local, lo indicado por la acción.
A062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición 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 será contratada una empresa especializada y acreditada para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial.

No.	Acción específicas	Vinculación del proyecto
A063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	Estas acciones no aplican al proyecto, ya no se prevé la instalación de plantas de 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).
A064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	
A065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	
A066	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.	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.
A067	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.
A068	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.
A069	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.
A070	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.
A071	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 desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	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 serie de medidas o estrategias ambientales a fin de reducir al mínimo la afectación de

No.	Acción específicas	Vinculación del proyecto
		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.
A072	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.
A073	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.
A074	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.	

Dentro del mismo ordenamiento, se han establecido diversos criterios de regulación ecológico 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.18. Criterio de Regulación Ecológica “Zona Costera Inmediata del Mar Caribe”.

No.	Criterio	Vinculación
ZMC-01	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.

No.	Criterio	Vinculación
ZMC-02	Dado que los pastos marinos representan 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 habrá afectación de pastos marinos, no se contemplan obras en el ecosistema marino. La fauna marina será respetada.
ZMC-03	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.
ZMC-04	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.
ZMC-05	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.	El polígono del proyecto no se encuentra en la zona marina, asimismo, el proyecto no contempla actividades de turismo marino ni de difusión cultural, por lo que no se prevé la recolección de organismos vivos o muertos en zonas arrecifales.
ZMC-06	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.
ZMC-07	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 el que se incluye el manejo de residuos peligrosos.
ZMC-08	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 cabo entre el ocaso y el amanecer, esto en la temporada de anidación, principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas	La playa presente en el sitio del proyecto, no es sitio de arribo y anidación de tortugas.

No.	Criterio	Vinculación
	especies.	
ZMC-09	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.
ZMC-10	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.
ZMC-11	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.
ZMC-12	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.
ZMC-13	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.
ZMC-14	Por las características de gran volumen de los efluentes subterráneos de los sistemas asociados a 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	El proyecto se encuentra en la UGA 138, colindante a ecosistemas ambientales 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.

No.	Criterio	Vinculación
	<p>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>	

III.4.2. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, municipio Benito Juárez, Quintana Roo 2014-2030. (PDUCP-Cancún)

El Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, municipio Benito Juárez, Quintana Roo (2014–2030), tiene por objeto ordenar y regular el proceso de desarrollo urbano de la ciudad de Cancún; establecer las bases para las acciones de mejoramiento, conservación y crecimiento y definir los usos y destinos de suelo, así como las áreas destinadas a su crecimiento con la finalidad de lograr el desarrollo sustentable y mejorar el nivel de vida de la población.

El PDUCP-Cancún contiene la Declaratoria de Usos y Destinos del Suelo de la Ciudad de Cancún 2014-2030, el cual guarda relación con el proyecto en su Capítulo Primero de Disposiciones Generales, 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.”*

Derivado del contenido de los artículos antes citados, se colige que el polígono 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.

Siguiendo este orden de ideas, encontramos que 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/10/C Turístico hotelero

En la siguiente figura se ilustra lo antes mencionado.

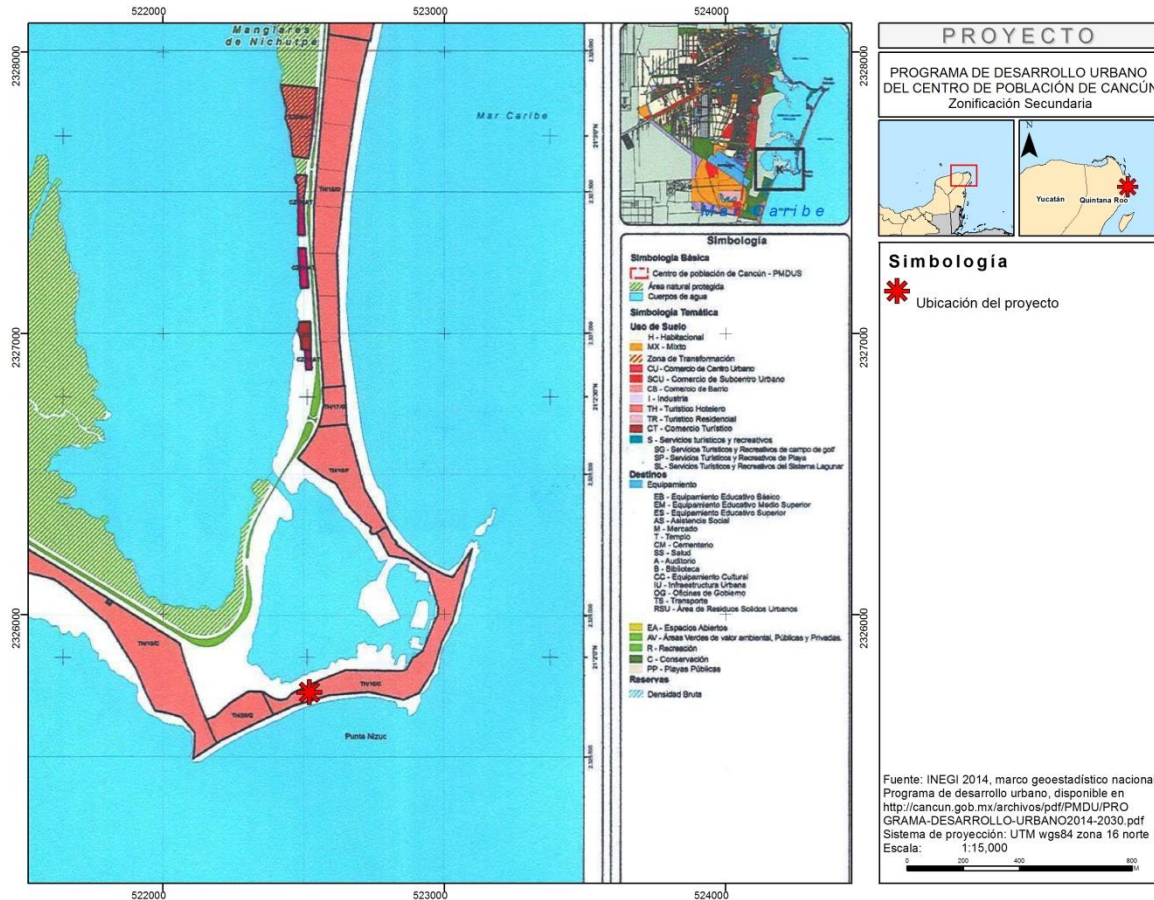


Figura III.7. Ubicación del predio con respecto a la zonificación secundario del PDU del Centro de Población Cancún, Municipio Benito Juárez, Quintana ROO 2014-2030.

❖ **Parámetros urbanos y restricciones.**

De conformidad a lo establecido en el PDU del Centro de Población Cancún, Municipio Benito Juárez, Quintana ROO 2014-2030, se definen los parámetros urbanos y restricciones en función del tamaño real del predio y altura permitida, para tal efecto el capítulo séptimo, Zona Turística Hotelera de la Declaratoria de Usos y Destinos del Suelo de la Ciudad de Cancún 2014-2030, establece los parámetros y restricciones para los polígonos señalados con las claves **TH** que corresponden a zonas turísticas hoteleras, clasificación que corresponde al caso en vinculación.

III.4.2.1. Precisiones del Proyecto

Resulta necesario precisar que el proyecto, se encuentra ubicado en la Zona Hotelera, manzana 55, lote 72-01 en el kilómetro 21.5 del Boulevard Kukulcan con una superficie de 72,614 m² en el cual se ha venido desarrollando las actividades u operación del Club Med. Bajo este orden de ideas, es relevante comentar que en relación al proyecto que nos ocupa es una ampliación de la primera etapa denominada **“Ampliación Sur del Club Med”** dentro del lote y superficie en referencia.

III.4.2.2. Parámetros y Restricciones

Ahora bien en el citado capítulo, se encuentra contenido en el artículo 38, el cual contiene las tablas con las restricciones y el que a la letra dice:

“Artículo 38. Clasificación

Se establece parámetros y restricciones en función del tamaño real del predio y altura permitida, se expresa en las siguientes tablas (...)

A continuación, bajo una metodología deductiva se realiza una cita textual de las tablas contenidas en el artículo 38 de la Declaratoria de Usos y Destinos del Suelo de la Ciudad de Cancún 2014-2030 para realizar su vinculación al proyecto:

Simbología de Zonificación Secundaria en Zona Hotelera

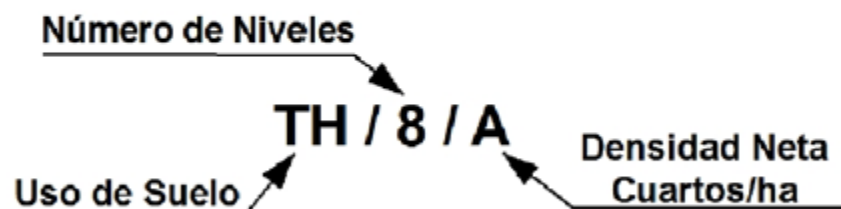


Tabla H.- Parámetros y Restricciones en función del Tamaño de los lotes Turístico Hoteleros

Rango Superficie (m ²)	Frente Mínimo (m)	Área 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	20
más de 30,000	130	65%	35%				

Fuente: Elaboración propia

Tabla H1.- Modalidades de Densidades en usos Turístico 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

Fuente: Elaboración propia

Tabla H2.- Criterio de Relación de Coeficiente de Utilización del Suelo (CUS) y Número de Niveles en lotes Turístico 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		



Fuente: Elaboración propia

La superficie total lote es de 72,614.32 m², por tal motivo de lo expresado en las tablas anteriores, corresponde la asignación de los siguientes parámetros:

Asignación de parámetros urbanos y restricciones aplicables al predio.

Frente mínimo (m)	Área libre	COS	CUS	Frente principal	Frente secundario	Posterior	Lateral	Niveles	Densidad
130	65%	35%	2.0	15 m	15 m	15 m	20 m	10	85ctos/ha

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

Área libre mínima 65%: 47,199 m²

COS 35%: 25,415 m²

CUS 2.0: 145,229 m²

Niveles máximos 10

Densidad neta (Cts/ ha): 85

La superficie total lote 72-01 corresponde a 72,614 m² y es en éste en donde se llevará a cabo la ampliación del proyecto Club Med, ampliación que contempla actividades en la zona federal marítimo terrestre, superficie federal que no ha sido considerada para la cuantificación de superficies, ni de densidad neta, los cuales se restaron de la superficie real de aprovechamiento, y consecuentemente el área lote que se usó para estimar la densidad propuesta.

Lo anterior resulta relevante toda vez que el PDUCP-Cancún establece como ya se analizó, una densidad neta de 85 ctos/ha para el uso TH Turístico Hotelero que es la zonificación mixta que posibilita el establecimiento de hoteles, condohotel, condominio tiempo compartido, conjuntos de apartamentos y villas turísticas.

Lo anterior se sustenta en los siguientes elementos derivados de las Definiciones del PDUCP-Cancún, que establece:

Densidad bruta: número de unidades, de población 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 edificación: el conjunto de características físicas referentes al volumen, tamaño y conformación exterior, que debe reunir la edificación de un lote determinado, para un uso permitido. La reglamentación de la densidad de la edificación determina el máximo aprovechamiento que se puede dar en un lote sin afectar las condiciones de la zona donde se encuentra ubicado.

Densidad neta: Número de unidades, de población o vivienda, por unidad de superficie, siendo ésta última la del predio en que se emplaza el proyecto, descontada la superficie destinada a equipamientos, áreas verdes y otras superficies no destinadas a uso habitacional.

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

Área verde: porción de territorio ocupado por vegetación 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-Cancún, 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 verdes 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 60 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 utilización pública, general o restringida, en los que se propician a la población 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-Cancún, es un espacio de utilización 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, dicho bien nacional no ha sido considerado en el 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 85 cuartos, cantidad mayor a los 60 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 vegetación 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 evaluación, es un desarrollo particular cuyo fin no es la generación 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-Cancún 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 descripción 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-Cancún, en cuanto al parámetro de Densidad y en específica a la neta.

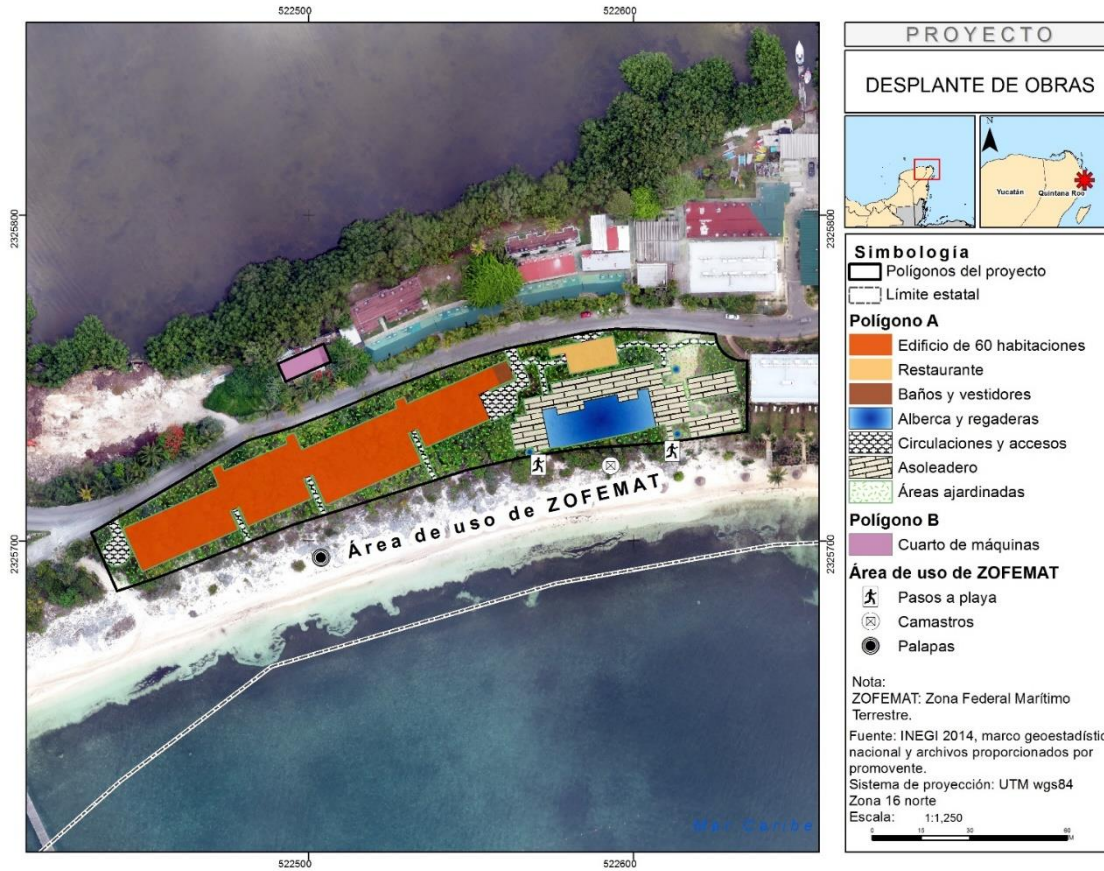
- ***Coefficiente de Ocupación del Suelo (COS) y área libre.***

A continuación 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.19. Superficie de desplante.

Concepto	Superficie de afectación
	m ²
Edificio de 60 habitaciones	1,957.97
Restaurante	151.71
Baños y vestidores	32.00
Cuarto de máquinas	0*
Alberca y regaderas	389.34
Circulaciones y accesos	429.12
Áreas ajardinadas	2,424.94
Instalaciones para proveer de servicios (incluye pozos de absorción pluvial)	Las instalaciones forman parte de las obras.
Asoleadero	815.97
Pasos a playa	5.62
Camastros	243.41
Palapas	137.40
Superficie total de afectación	6,587.48

El proyecto ocupará un **34.8%** del **Coefficiente de Ocupación del Suelo** lo equivalente a 25,415 m² respecto a la superficie de 72,614.32 m². Lo permitido por el PDU (**COS= 35%**), lo que hace que el proyecto se ajuste a dicho parámetro. La distribución del COS, se visualiza en la siguiente figura.



En lo que respecta al **área libre** asignada por el PDU corresponde a un **65%** de la superficie del predio, lo cual corresponde a un total de 47,199 m², el cual está integrado por calles y accesos, asoleaderos, cajones de estacionamiento, escaleras y rampas y áreas verdes dentro del predio del proyecto que corresponde a una superficie de 72,614.32 m². La superficie de área libre 47,199 m² equivale a un **65%**, superficie de área libre cubierta con material permeable que permite la infiltración del agua al subsuelo.

- **Coefficiente de Utilización del Suelo (CUS)**

El total de área construible:

Tabla III.20. Área total construible.

Concepto	Área (m ²)
Predio (72614,32 m ²)	145,229
Utilizado por proyecto en operación	41,526.41
Ampliación	6,234
Total	47,760

El proyecto ocupará el **Coefficiente de Utilización del Suelo (CUS) contemplado en el PDU** que a CUS= 2.0. Por lo que, el proyecto se ajusta al CUS asignado, inclusive es importante comentar que el proyecto a la fecha conforme al PDU vigente, cuenta con superficie de sobra para construir.

- **Niveles**

El proyecto pretende la construcción de un edificio de 3 niveles con servicio de hotel. Lo permitido por el PDU corresponde a un máximo de 10 niveles, por lo tanto el proyecto se ajusta a dicho parámetro.

- **Restricciones**

La distribución 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 construcción. En el caso de restricción frontal, se puede ubicar en dicha franja de 15 metros, un estacionamiento o porche con techo inclinado. Se permite techar el 50% de la restricción frontal para estacionamiento con losa. Lo anterior conforme a lo indicado por el PDU.

El proyecto se ajusta a las restricciones, contemplando la salvaguarda de respetar las mismas a lo largo del predio del proyecto, es decir, el proyecto se ajusta al COS, CUS, densidad, altura, frente mínimo del lote de 130, así como frentes de calle principal, secundaria, fondo y laterales, para finalmente cumplir con las áreas libres.

- **Cajones de Estacionamiento.**

En la Tabla 2 “Número mínimo de cajones de Estacionamiento” incluida en el Anexo del Reglamento de Construcción para el municipio de Benito Juárez de Quinta Roo (Anexo III.1) En su apartado **II.6.1 Hoteles** y en apego a lo indicado en el **Artículo 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 m2 construidos.
- ❖ Áreas de servicio (Salones de eventos y restaurantes al público) = 1/30 m2 construidos.

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

Para el proyecto se tiene contemplado el uso de los cajones de estacionamiento con que cuenta actualmente el proyecto, los cuales cumplen de acuerdo a número total de cuartos que se pretenden construir, así como el área construible para empleados y áreas de servicio.

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

- ***Barda perimetral***

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

Art. 39:

.....

En ningún caso se invadirán las zonas de restricción con construcciones, voladizos o elementos construidos en pisos superiores. Solo podrán separarse los predios con bardas de 1m. de altura como máximo, hechas de rollizos de nacash o chit, productos de la región.

No se podrán construir muros de contención mayores de 1.50 m. en la zona de restricción que colinde con la Zona Federal Marítimo Terrestre. Dichos muros de contención deberán estar cubiertos con piedra caliza de la región.

Al respecto cabe destacar que la barda perimetral del polígono que expresa gráficamente los límites del predio donde se pretende la ejecución de las obras que conforman el proyecto se encuentra dentro del predio principal del Club Med ya existente, en este contexto, la ampliación no contempla la construcción de ninguna barda perimetral, sino que el proyecto se encontrará inmerso dentro del predio del conjunto Hotel Club Med.

Finalmente de todos los parámetros urbanos, usos permitidos y prohibidos, así como las restricciones antes mencionados y establecidos en los Artículos 38, 39 y 40 del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio Benito Juárez, y de conformidad al uso de suelo correspondiente TH/10/C Turístico hotelero, el proyecto se ajusta a cada uno de ellos, dando cumplimiento al presente instrumento de desarrollo urbano.

III.4.3. 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:

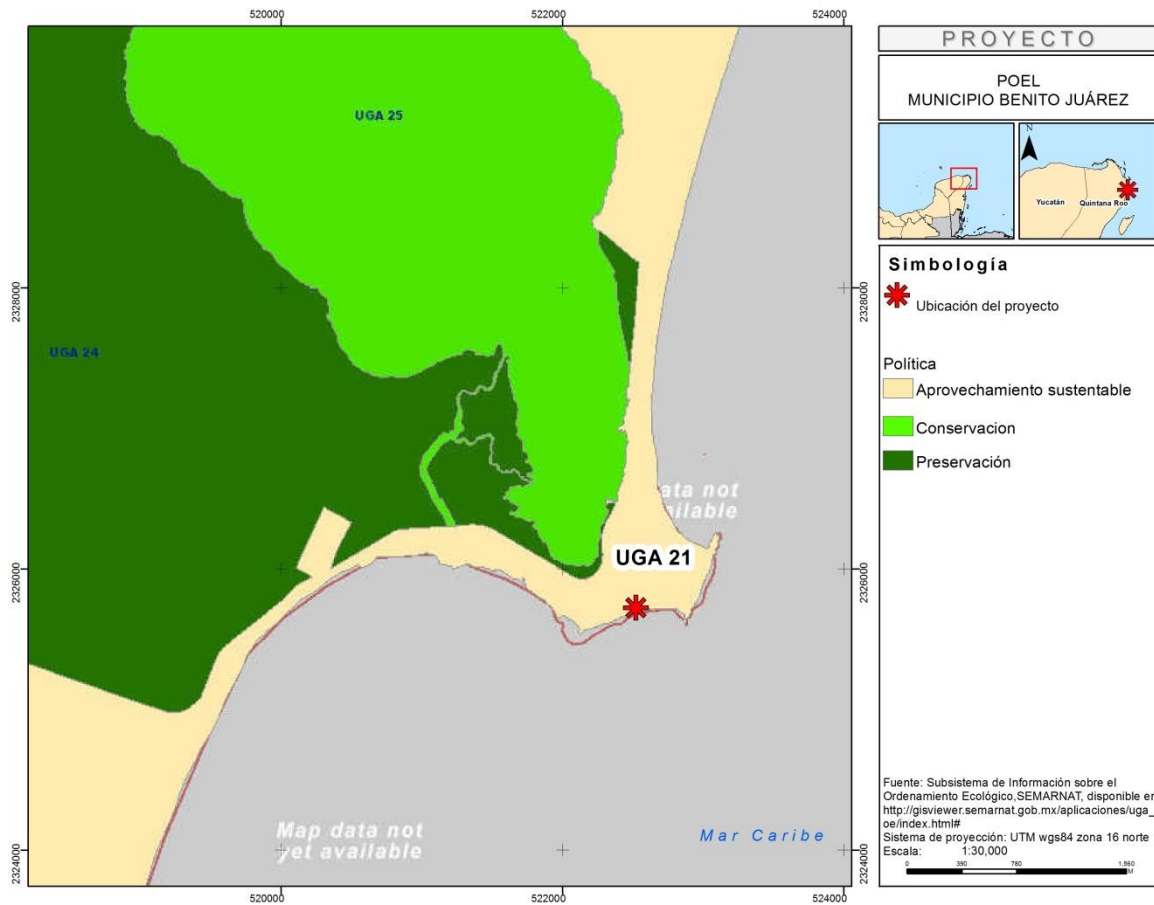
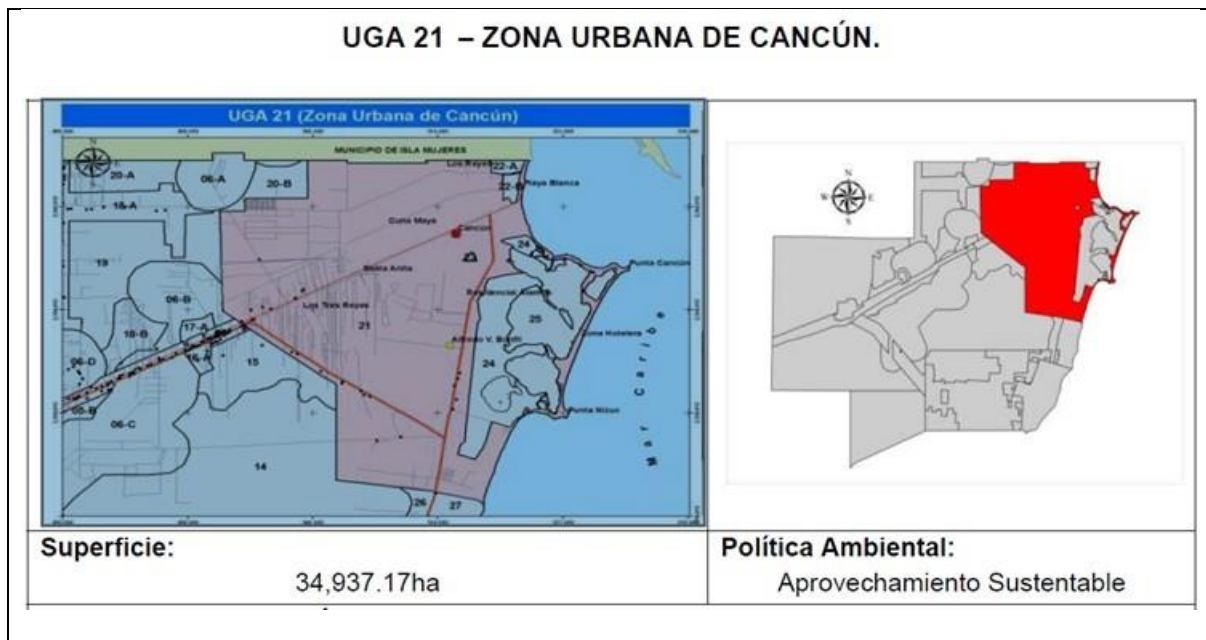


Figura III.8. Ubicación del proyecto con respecto al POEL Benito Juárez



Criterios de Delimitación:	
Esta UGA se delimitó con base en la poligonal del Centro de Población establecida en el Programa Municipal Desarrollo Urbano Sustentable del Municipio de Benito Juárez (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 Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 8 de marzo de 2013.	
% de UGA que posee vegetación en buen estado de conservación:	Superficie de la UGA con importancia para la recarga de acuíferos:
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 límites del centro de población, con el fin de mantener los ecosistemas relevantes y en el mejor estado posible, así como los bienes y servicios ambientales que provee la zona, previo al desarrollo urbano futuro.	
Lineamientos Ecológicos:	
<ul style="list-style-type: none"> • Se contiene el crecimiento dentro de los límites del centro de población, propiciando una ocupación compacta y eficiente del suelo urbano del tal manera que las reservas de crecimiento se ocupen hasta obtener niveles de saturación mayores al 70% de acuerdo a los plazos establecidos en el programa de desarrollo urbano de la ciudad de Cancún, 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 m² de áreas 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 domésticas, así como la gestión integral de la totalidad de los residuos sólidos generados en esta localidad. 	
Recursos y Procesos Prioritarios:	
Suelo, Cobertura vegetal	
Parámetros de aprovechamiento:	
Sujeto a lo establecido en su Programa de Desarrollo Urbano vigente.	
Usos Compatibles:	
Lo que establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano vigente.	
Usos Incompatibles:	
Lo que establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano vigente.	

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

“Aprovechamiento sustentable: La utilización 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 períodos definidos.”

En el entendido de que el proyecto hará uso o utilización del recurso del suelo con fines de desarrollo de actividades relacionados al sector turístico, tales como es el servicio hotelero, en virtud de que el predio provee de recursos escénicos, como es la zona de playa para atraer turistas hacia los espacios abiertos y a los hábitats propios de la localidad, y en particular, el desarrollo de las obras y actividades se ejecutarán a la par, con una serie de estrategias o acciones ambientales manifestadas en el presente Documento Técnico Unificado, que están 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 prevención de contaminación 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 óptica 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.21. Criterios ecológicos específicos de la UGA.

Criterios ecológicos de aplicación específica:		
Agua	URB	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. 1 Criterios generales aplicables al proyecto.

No. Criterio	Definición de criterio general	Vinculación con las obras de modificación
CG-01	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 ajardinadas, 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).
CG-02	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 red pública a cargo de DHC-AGUAKAN, por lo que no habrá descargas de agua residuales a cuerpos de agua o subsuelo, que contamine la calidad de agua al subsuelo.
CG-03	Con la finalidad de restaurar la cobertura vegetal que favorece la captación de agua y conservación de suelo, la superficie del predio sin vegetación que no haya sido autorizada para su aprovechamiento, debe ser reforestada con especies nativas propias del hábitat que haya sido afectada.	El proyecto contempla acciones de reubicación y reforestación con especies nativas en compensación por el cambio de uso de suelo. En el Capítulo VII del presente DTU, se describen estas Actividades en el sitio.
CG-04	En los nuevos proyectos de desarrollo urbano, agropecuario, suburbano, turístico e industrial se deberá separar el drenaje pluvial del drenaje sanitario. El drenaje pluvial de	El proyecto se ajusta al presente criterio. Toda vez que, en el diseño del proyecto se ha considerado la colocación del drenaje pluvial y la separación respectiva del drenaje sanitario. Se

No. Criterio	Definición de criterio general	Vinculación con las obras de modificación
	<p>techos, previo al peso a través de un decantador para separar sólidos no disueltos, podrá ser empleado para la captación en cisternas, dispuesto en áreas con jardines o en las áreas con vegetación nativa remanente de cada proyecto. El drenaje pluvial de estacionamientos públicos y privados así como de talleres mecánicos deberá contar con sistemas de retención de grasas y aceites.</p>	<p>ha considerado a captación de agua pluvial, la cual será canalización o conducción a pozos de absorción para su total aprovechamiento en infiltración al subsuelo.</p>
CG-05	<p>Para permitir la adecuada recarga de acuífero, todos los proyectos deben acatar dispuesto en el artículo 132 de la LEEPAQROO a la disposición jurídica que la sustituya.</p> <p>Artículo 132. <i>Para la recarga de mantos acuíferos, en las superficies de predios que se pretendan utilizar para obras e instalaciones, se deberá permitir la filtración de aguas pluviales al suelo y subsuelo. Por tal motivo, las personas físicas o morales quedan obligadas a proporcionar un porcentaje del terreno a construir, preferentemente como área verde, lo que en su caso siempre será permeable. Para los efectos del párrafo anterior en los predios con un área menor de 100 metros cuadrados deberán proporcionar como área verde el 10% como mínimo; en predios con superficie mayor de 101 a 500 metros cuadrados, como mínimo el 20%; en predios cuya superficie sea de 501 a 3,000 metros cuadrados, como mínimo el 30%, y predios cuya superficie sea de 3,001 metros cuadrados en adelante, proporcionarán como área verde el 40% como mínimo.”</i></p>	<p>En lo que respecta al área libre del predio, ésta corresponde a un total de 47,199 m², el cual está integrado por calles y accesos, asoleaderos, cajones de estacionamiento, escaleras y rampas y áreas verdes dentro del predio del proyecto que corresponde a una superficie de 72,614.32 m².</p> <p>La superficie de área libre 47,199 m² equivale a un 65%, superficie de área libre cubierta con material permeable que permite la infiltración del agua al subsuelo</p>
CG-06	<p>Con la finalidad de evitar la fragmentación de los ecosistemas y el aislamiento de las poblaciones, se deberá agrupar las áreas de aprovechamiento preferentemente en áreas “sin vegetación aparente” y mantener la continuidad de las áreas con vegetación natural. Para lo cual, el promovente deberá presentar un estudio de zonificación ambiental que demuestre la mejor ubicación de la infraestructura planteada por el</p>	<p>El presente proyecto durante su desarrollo, no fragmentará ningún ecosistema, dado que actualmente el polígono del proyecto se encuentra impactado. No obstante se implementará como medida los Programas de protección y reubicación de flora y el de protección, conservación y reubicación de fauna para el caso de identificar especies catalogadas en la NOM-059.</p> <p>Por lo antes expuesto el proyecto cumple con el</p>

No. Criterio	Definición de criterio general	Vinculación con las obras de modificación
	proyecto, utilizando preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual.	presente criterio.
CG-07	En los proyectos en donde se pretenda llevar a cabo la construcción de caminos, bardas o cualquier otro tipo de construcción que pudiera interrumpir la conectividad ecosistémica deberán implementar pasos de fauna menor (pasos inferiores) a cada 50 metros, con excepción de áreas urbanas.	No habrá construcción de caminos de acceso, por lo que se considerará el empleo de los caminos existentes en el predio y solo la construcción de circulación y accesos, los cuales contemplarán pasos inferiores para la conectividad de fauna menor.
CG-08	Los humedales, rejolladas inundables, petenes, cenotes, cuerpos de agua superficiales, presentes en los predios deberán ser incorporados a las áreas de conservación.	De acuerdo a las características ambientales de la zona de estudio, se tiene la presencia de vegetación de mangle cerca del predio, el desarrollo de las obras y actividades del proyecto se pretenden aplicar estrategias ambientales (descritas en capítulo VII), con objeto de conservar los recursos naturales ajustándose al presente criterio.
CG-09	Salvo en las UGA urbanas, los desarrollos deberán 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 áreas que no sean intervenidas no podrán ser cercadas o bardeadas y deberán ubicarse preferentemente a lo largo del perímetro del predio en condiciones naturales y no podrán ser desarrolladas en futuras ampliaciones.	El predio se encuentra en UGA urbana. No aplica el criterio.
CG-10	Sólo se permite la apertura de nuevos caminos de acceso para actividades relacionadas a los usos compatibles, así como aquellos relacionados con el establecimiento de redes de distribución de servicios básicos necesarios para la población.	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 vialidad que pretende desarrollar dentro del predio es con objeto a poder acceder a los servicios que ofrecerá el proyecto.
CG-11	El porcentaje de desmonte que se autorice en cada predio, deberá estar acorde a cada uso compatible y no deberá exceder el	El proyecto se ajusta a los parámetros urbanos establecidos en el PDU del Centro de Población Cancún, Municipio Benito Juárez, Quintana

No. Criterio	Definición de criterio general	Vinculación con las obras de modificación
	porcentaje establecido en el lineamiento ecológico de la UGA, aplicando el principio de equidad y proporcionalidad.	ROOO 2014-2030. Respetando el porcentaje tanto de área libre como el autorizado para el desplante de obras (COS) (Ver apartado correspondiente).
CG-12	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 serán acumulables hasta alcanzar el porcentaje definido en el lineamiento ecológico.	No aplica el presente criterio. Ya que la naturaleza de las obras definidas para el proyecto corresponden únicamente al Turismo.
CG-13	En la superficie de aprovechamiento autorizada previo al desarrollo de cualquier obra o actividad, se deberá de ejecutar un programa de rescate de flora y fauna.	El proyecto se ajusta al presente criterio, en virtud de que se contemplan Programa de protección y reubicación de flora y el Programa de protección, conservación y reubicación de fauna.
CG-14	En los predios donde no exista cobertura arbórea, o en el caso que exista una superficie mayor desmontada a la señalada para la unidad de gestión ambiental ya sea por causas naturales y/o usos previos, el proyecto sólo podrá ocupar la superficie máxima de aprovechamiento que se indica para la unidad de gestión 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.
CG-15	En los ecosistemas forestales deberán eliminarse los ejemplares de especies exóticas considerados como invasoras por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) que representen un riesgo de afectación o desplazamiento de especies silvestres. El material vegetal deberá ser eliminado mediante procedimientos que no permitan su regeneración y/o propagación.	Para el manejo de áreas ajardinadas se evitarán las especies invasoras definidas por la CONABIO.
CG-16	La introducción 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 introducción de esa especie en áreas ajardinadas.

No. Criterio	Definición de criterio general	Vinculación con las obras de modificación
CG-17	<p>Se permite el manejo de especies exóticas, cuando:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- La especie no esté catalogada como especie invasora por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y/o La SAGARPA. 2.- La actividad no se proyecte en cuerpos naturales de agua. 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. 4.- Se garantice el confinamiento de los ejemplares y se impida su dispersión o distribución al medio natural. 5.- Deberán estar dentro de una Unidad de Manejo Ambiental o PIMVS. 	<p>En el desarrollo del proyecto, no se pretende la introducción de especies exóticas.</p>
CG-18	<p>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.</p>	<p>El proyecto no pretende el desarrollo actividades de tipo acuícola.</p>
CG-19	<p>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.</p>	<p>El proyecto no contempla la apertura de calles, sino de solo una vía de acceso interna, sin embargo será dentro del predio y el acceso será controlado para evitar todo tipo de recursos naturales.</p>
CG-20	<p>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.</p>	<p>No aplica el criterio. El desarrollo del proyecto no pretende actividades en cuerpos de agua, cenotes, rejollas inundables.</p>
CG-21	<p>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</p>	<p>En el predio donde se pretende el desarrollo de las obras no se tiene la presencia de vestigios arqueológicos.</p>

No. Criterio	Definición de criterio general	Vinculación con las obras de modificación
	actividades.	
CG-22	El derecho de vía de los tendidos de energía eléctrica de alta tensión sólo podrá ser utilizado conforme a la normatividad aplicable, y en apego a ella no podrá ser utilizado para asentamientos humanos.	El proyecto no contempla infraestructura de conducción de energía eléctrica.
CG-23	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.	
CG-24	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.
CG-25	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.
CG-26	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: A. Contar con al menos una letrina por cada 20 trabajadores. 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). C. Establecer las medidas necesarias para almacenamientos, retiro, transporte y disposición final de los residuos sólidos generados.	No aplica el criterio en cita. El proyecto no contempla la instalación de campamentos de construcción.

No. Criterio	Definición de criterio general	Vinculación con las obras de modificación
	D. Establecer medidas para el correcto manejo, almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos peligrosos.	
CG-27	En el diseño y construcción de los sitios de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos se deberán colocar en las celdas para residuos y en el estanque de lixiviados, una geomembrana de polietileno de alta densidad o similar, con espesor mínimo de 1.5 mm. Previo a la colocación de la capa protectora de la geomembrana se deberá acreditar la aprobación de las pruebas de hermeticidad de las uniones de la geomembrana por parte de la autoridad que supervise su construcción.	No aplica el criterio en cita. El proyecto no contempla el diseño y construcción de los sitios de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos.
CG-28	La disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o dragados sólo podrá realizarse en sitios autorizados por la autoridad competente, siempre y cuando no contengan residuos sólidos urbanos, así como aquellos que puedan ser catalogados como peligrosos por la normatividad vigente.	Durante la etapa constructiva de obras manifestadas, habrá generación de residuos de manejo especial, aunque en cantidades mínimas, pero se dispondrá donde la autoridad municipal así lo indique.
CG-29	La disposición final de residuos sólidos únicamente podrá realizarse en los sitios previamente aprobados para tal fin.	El proyecto contempla la ejecución de un Programa de manejo integral de residuos, lo cual se incluye desde su separación, envasado, almacenamiento, recolección, tratamiento y/o disposición final de residuos sólidos, para tal fin se contratará una empresa especializada debidamente acreditada.
CG-30	Los desechos biológicos infecciosos no podrán disponerse en el relleno sanitario y/o en depósitos temporales de servicio municipal.	No aplica. En la operación del proyecto no habrá generación de residuos biológicos infecciosos.
CG-31	Los sitios de disposición final de RSU deberán contar con un banco de material pétreo autorizado dentro del área proyectada, mismo que se deberá ubicar aguas arriba de las celdas de almacenamiento y que deberá proveer diariamente del material de	Corresponde a la autoridad local, la supervisión de lo indicado en el presente criterio.

No. Criterio	Definición de criterio general	Vinculación con las obras de modificación
	cobertura.	
CG-32	Se prohíbe la quema de basura, así como su entierro o disposición a cielo abierto.	En el desarrollo de las obras no se hará uso de fuego. No habrá quema de residuos. Se implementará un Programa de manejo integral de residuos.
CG-33	Todos los proyectos deberán contar con áreas específicas para el acopio temporal de los residuos sólidos. En el caso de utilizar el servicio municipal de colecta, dichas áreas deben ser accesibles a la operación del servicio.	Los residuos que sean generados en el desarrollo del proyecto serán recolectados en contenedores y almacenados, para su posterior recolección por una empresa contratada para su disposición final conforme a la legislación ambiental.
CG-34	El material pétreo, sascab, piedra caliza, tierra negra, tierra de despalme, madera, materiales vegetales y/o arena, que se utilice en la construcción de un proyecto, deberá provenir de fuentes y/o bancos de material autorizados.	El proyecto contempla el desarrollo de obras, las cuales se hará uso de materiales provenientes de fuentes y/o bancos de material autorizados.
CG-35	En la superficie en la que por excepción la autoridad competente autorice la remoción de la vegetación, también se podrá 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 ríos subterráneos que pudieran estar presentes en los predios que serán intervenidos.	No aplica el criterio. La superficie que ocuparán las obras definidas como modificación del proyecto, ocuparan una superficie dentro del porcentaje de desmonte que está permitido.. Asimismo, no se prevé excavaciones con la finalidad de nivelar el suelo
CG-36	Los desechos orgánicos derivados de las actividades agrícolas, pecuarias y forestales deberán aprovecharse en primera instancia para la recuperación de suelos, y/o fertilización orgánica de cultivos y áreas verdes, previo composteo y estabilización y ser dispuestos donde lo indique la autoridad competente en la materia.	Las obras se ajustan al presente criterio, ya que se hará uso de los residuos orgánicos producto de desmonte y despalme, para la recuperación de suelos, y/o fertilización orgánica en las áreas ajardinadas.
CG-37	Todos los proyectos que impliquen la remoción de la vegetación y el despalme del suelo deberán realizar acciones para la recuperación de la tierra vegetal, realizando su separación de los residuos vegetales y pétreos, con la finalidad de que sea utilizada	En el desarrollo del proyecto implicará remoción de vegetación y despalme de suelo orgánico, se ejecutarán acciones para la recuperación de suelo vegetal, los residuos orgánicos serán triturados y usados para composta.

No. Criterio	Definición de criterio general	Vinculación con las obras de modificación
	para acciones de reforestación dentro del mismo proyecto a dónde lo disponga la autoridad competente en la materia, dentro del territorio municipal.	
CG-38	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).
CG-39	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. La presentación del presente DTU-B tiene por objeto que la autoridad, autorice el cambio de uso de suelo de áreas forestales, el cual se llevará a cabo acorde a legislación aplicable.

Los criterios específicos aplicables al proyecto son:

Tabla III. 2 Criterios específicos aplicables al proyecto

No. Criterio	Definición de criterio general	Vinculación con las obras de modificación
URB-01	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 agua 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 conectarse con la red pública a cargo de DHC-AGUAKAN.

URB-02	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 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.	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 del proyecto, las aguas residuales que sean generadas se conducirán con la red pública a cargo de DHC-AGUAKAN, ajustándose al criterio en cita.
URB-03	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>Todos los elementos que integrarán al proyecto se conectarse con la red pública a cargo de DHC-AGUAKAN, del cual ya se está en proceso de 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>
URB-04	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>No aplica al proyecto.</p> <p>La naturaleza de las obras no corresponden a la producción de agrícola intensiva.</p>
URB-05	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	El proyecto no contempla la instalación de campos de golf.

URB-06	Los proyectos de campos deportivos y/o de golf, así como las áreas ajardinadas de los desarrollos turísticos deberán minimizar el uso químicos de fertilizantes y/o pesticidas para evitar riesgos de contaminación.	El proyecto turístico no contempla campos deportivos o de golf. Sin embargo, si se contemplan áreas ajardinadas y no se hará uso de químicos como son fertilizantes y/o pesticidas a fin de evitar riesgos de contaminación.
URB-07	No se permite la disposición de aguas residuales sin previo tratamiento hacia los cuerpos de agua, zonas inundables y/o al suelo y subsuelo, por lo que se promoverá que se establezca un sistema integral de drenaje y tratamiento de aguas residuales.	El proyecto se ajusta al presente criterio, recibiendo las aguas un tratamiento no obstante de que las descargas se realizan a través de la red pública a cargo de DHC-AGUAKAN.
URB-08	En las zonas urbanas y sus reservas del Municipio de Benito Juárez se deberán establecer espacios jardinados que incorporen elementos arbóreos ya arbustivos de especies nativas.	El proyecto cumple con el criterio en cita, toda vez que se pretende espacios ajardinados en el que se incorporaran especies vegetativas propias de la región.
URB-09	Para Mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en las zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas y recargas de mantos acuíferos, dotar espacios para recreación y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos en general, deben existir parques y espacios recreativos que cuenten con elementos arbóreos y arbustivos y cuya separación no será mayor a un km entre dichos parques.	El proyecto es congruente con el criterio en comento, en virtud de que habrá espacios de áreas libres que ayudarán a la infiltración de agua y recarga de mantos acuíferos.
URB-10	Los cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua presentes en los centros de población deben formar parte de las áreas verdes, asegurando que la superficie establecida para tal destino del suelo garantice el mantenimiento de las condiciones ecológicas 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.
URB-11	Para el ahorro del recurso agua, las nuevas construcciones deberán implementar tecnologías que aseguren el ahorro y uso eficiente del agua.	Con la captura de agua pluvial y su canalización hacia pozos de absorción elevará el porcentaje de aprovechamiento del recurso hacia el manto freático, lo que asegura el ahorro del recurso y uso eficiente del agua.

URB-12	En las plantas de tratamiento de aguas residuales y de desactivación de los lodos deberán implementarse procesos para la disminución de olores y establecer franjas de vegetación arbórea 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 prevé la implementación de plantas de tratamiento.
URB-13	La canalización del drenaje pluvial hacia los espacios verdes, cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, debe realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos, u otros que garanticen la retención de sedimentos y contaminantes. Dicha canalización deberá ser autorizada por la Comisión Nacional del Agua.	El proyecto se ajusta al presente criterio, en virtud de que, dentro de la canalización del drenaje pluvial se contemplan la colocación de coladeras para la retención de sedimentos previos a la conducción de los pozos de absorción.
URB-14	Los crematorios deberán realizar un monitoreo y control de sus emisiones a la atmósfera.	No aplica al proyecto, criterios en cita.
URB-15	Los cementerios deberán impermeabilizar paredes y piso de las fosas, con el fin de evitar contaminación al suelo, subsuelo y manto freático.	
URB-16	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.
URB-17	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.

Recurso Suelo y Subsuelo		
URB-19	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. El proyecto no pretende la explotación de bancos de pétreos.
URB-20	Con el objeto de integrar cenotes, rejolladas, cuevas y cavernas a las áreas públicas urbanas, se permite realizar un aclareo, poda y modificación de vegetación rastrera y arbustiva presente, respetando en todo momento los elementos arbóreos y vegetación de relevancia ecológica, así como la estructura geológica de estas formaciones.	No aplica el criterio cita. En el predio donde se pretende el desarrollo del proyecto no se tiene la presencia de cenotes, rejolladas, cuevas y cavernas.
URB-21	Los bancos de materiales autorizados deben respetar una zona de amortiguamiento que consiste en una barrera vegetal alrededor del mismo, conforme lo señala el Decreto 36, del Gobierno del Estado; y/o la disposición jurídica que la sustituya.	No se pretende el desarrollo de un banco de materiales.
URB-22	Para evitar la contaminación del suelo y subsuelo, en las actividades de extracción y exploración de materiales pétreos deberán realizarse acciones de acopio, separación, utilización y disposición final de cualquier tipo de residuos generados, en el marco de lo que establezcan las disposiciones jurídicas aplicables.	El proyecto no corresponde a la realización de actividades de extracción y exploración de materiales pétreos. Sin embargo se llevará a cabo un Programa de Manejo Integral de Residuos para evitar contaminación del suelo y subsuelo.
URB-23	Para reincorporar las superficies afectadas por extracción de materiales pétreos a las actividades económicas del municipio, deberá realizarse la rehabilitación de dicha superficie en congruencia con los usos que prevean los instrumentos de planeación vigentes para la zona.	No aplica al proyecto. La naturaleza de las obras corresponde al sector turístico.

URB-24	Los generadores de Residuos de Manejo Especial y los Grandes Generadores de Residuos Sólidos Urbanos deberán contar con un plan de manejo de los mismos, en apego a la normatividad vigente en la materia.	En el desarrollo del proyecto se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos, en el que se incluye el manejo de residuos sólidos municipales y residuos especiales, aún que sea en cantidades mínimas, se manejaran de conformidad a la normas oficiales mexicanas.
URB-25	Para el caso de fraccionamientos habitacionales, el fraccionador deberá construir a su cargo y entregar al Ayuntamiento por cada 1, 000 viviendas previstas en el proyecto de fraccionamiento, parque o parques públicos recreativos en sus correspondientes áreas ajardinadas y arboleadas con una superficie mínima de 5, 000 metros cuadrados, mismos que podrán ser relacionados a las áreas de donación establecidas en la legislación vigente en la materia. Tratándose de fracciones en el número de viviendas previstas en el fraccionamiento, las obras de equipamiento urbano serán proporcionales, pudiéndose construir incluso en predios distintos al fraccionamiento.	No aplica el criterio en cita. El proyecto no corresponde al desarrollo de fraccionamientos habitacionales.
URB-26	En las etapas de crecimiento de la mancha urbana considerada por el PDU, para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en las zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración e aguas y recarga de mantos acuíferos, favorecer la función de barrera contra ruido, dotar espacios para la creación y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos en general, los fraccionamientos deben incorporar áreas 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 infiltración de agua y recarga de mantos acuíferos, debido a que se contemplan áreas libres o áreas ajardinadas.
URB-27	La superficie ocupada por equipamiento en las áreas verdes no deberá exceder de un 30% del total de la superficie cada una de ellas.	El proyecto se ajusta al presente criterio, para tal efecto cuenta con una superficie de 47,199 m ² áreas libres, el cual está integrado por calles y accesos, asoleaderos, cajones de estacionamiento, escaleras y rampas y áreas verdes dentro del predio del proyecto que corresponde a una superficie de 72,614.32 m ² .

URB-28	Para evitar las afectaciones por inundaciones, se prohíbe el establecimiento de fraccionamiento habitacionales así 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 inundación (de acuerdo al Atlas de Riesgos del municipio y/o del estado.	El sitio de ubicación del predio no es zona de inundación. (ver Cuantificación Hidrológica y Geohidrológica).
URB-29	En la construcción de fraccionamientos dentro de las áreas urbanas, se permite la utilización del material pétreo que se obtenga de los cortes de nivelación dentro del predio. El excedente de los materiales extraídos que no sean utilizados deberá disponerse en la forma indicada por la autoridad competente en la materia.	El proyecto no corresponde al desarrollo de fraccionamientos. Sin embargo para la construcción de edificios definidos para el servicio de hotel, en el caso de requerir cortes de nivelación dentro del predio, el material excedente será manejado de conformidad a lo indicado por la autoridad local.
Flora y fauna		
URB-30	En zonas inundables, se deben mantener las condiciones naturales de los ecosistemas y garantizar la conservación de las poblaciones silvestres que la habitan. Por lo que las actividades recreativas de contemplación deben ser promovidas y las actividades de aprovechamiento extractivo y de construcción deben ser condicionadas.	El sitio de ubicación del predio no es zona de inundación.
URB-31	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 a la “Laguna Caleta” donde se realizarán actividades de conservación de ejemplares de plantas y animales.
URB-32	Deberá preverse un mínimo de 50% de la superficie de los espacios públicos ajardinados 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.	El proyecto se ajusta al presente criterio, para tal efecto cuenta con una superficie de 47,199 m ² áreas libres, el cual está integrado por calles y accesos, asoleaderos, cajones de estacionamiento, escaleras y rampas y áreas verdes dentro del predio del proyecto que corresponde a una superficie de 72,614.32 m ² .

URB-33	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. No hay zonas circundantes de tipo industriales y central de abastos.
URB-34	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).
URB-35	No se permite introducir o liberara fauna exótica en parques y/o áreas de reservas urbanas.	No habrá introducción de especies de fauna exótica.
URB-36	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 Medida de Compensación en Beneficio de los Humedales, reforestación por trasplante en la Caleta, 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.
URB-38	Las áreas verdes de los estacionamientos descubiertos públicos y privados deben ser diseñadas en forma de camellones continuos y deberá colocarse, por lo menos un árbol para cada dos cajones de estacionamiento.	La zona contará con la preservación y reubicación de especies arbóreas que por sus características resulte primordial, preservar e incluir en el proyecto como escenario natural.

URB-39	<p>Los predios colindantes con los humedales deberán tener áreas de vegetación, preferentemente nativa, que permitan el tránsito de la vida silvestre hacia otros manchones de vegetación.</p> <p>Los predios colindantes en el Sur del área natural protegida Manglares de Nichupté (ANPLN) deberán mantener su cubierta vegetal para favorecer el tránsito de fauna. Se deberán realizar obras que permitan la comunicación de la fauna entre el ANPLN el áreas de vegetación nativa con la que colinda en su límite Sur, para tal efecto se deberán realizar las obras necesarias en la carretera que las divide para que la fauna pueda transitar entre ambos terrenos, sin que pueda ser atropellada.</p>	<p>En cumplimiento a dicho criterio, se conservará la vegetación nativa en el predio en sus zonas libres y se conservará en la misma a las especies catalogadas dentro de la NOM-SEMARNAT-059-2010, adicionalmente, se implementará el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y el Programa de Protección y Conservación de Fauna, los cuales se localizan en el Capítulo VII, del presente DTU, considerando que existen en el predio barreras antropogénicas, que impiden el acceso de la fauna existente en el predio a otros manchones de vegetación, viéndose interrumpida la conectividad, garantizándose así su sobrevivencia.</p>
Rescate URB-40	<p>En las previsiones de crecimiento de las áreas urbanas colindantes con las ANP's se deberán mantener corredores biológicos que salvaguarden la conectividad entre los ecosistemas existentes.</p>	<p>Como se ha mencionado con anterioridad, en el predio del proyecto no existen corredores biológicos.</p>
URB-41	<p>Los proyectos urbanos deberán reforestar camellones y áreas verdes colindantes entre ecosistemas existentes.</p>	<p>El proyecto corresponde al sector turístico.</p>
Paisaje		
URB-43	<p>Las áreas verdes y en las áreas urbanas de conservación, deberán contar con el equipamiento adecuado para evitar la contaminación por residuos sólidos, ruido, aguas residuales y fecalismo al aire libre.</p>	<p>De acuerdo al plano de zonificación primaria el uso de suelo correspondiente al PDU es urbano y está tipificado para uso turístico acorde al desarrollo del proyecto. Ahora bien, el presente criterio condiciona a que deberá contarse con el equipamiento adecuado para evitar contaminación al ambiente. Para ello el proyecto contempla un Programa de manejo integral de residuos, por tal motivo, se da cumplimiento al criterio en cita.</p>
URB-44	<p>Las autorizaciones municipales para el uso del suelo en los predios colindantes a la zona federal marítimo terrestre y las concesiones de zona federal marítimo terrestre otorgadas por la Federación, deberán ser congruentes con los usos de suelo de la zona que expida el Estado o Municipio.</p>	<p>Corresponde a la autoridad local, otorgar las autorizaciones correspondientes de conformidad a los Reglamentos y Leyes aplicables para el municipio, respetando las concesiones de zona federal marítimo terrestre otorgadas por la Federación.</p>

URB-45	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.
URB-46	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.
URB-47	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.	La zona ya cuenta con reconocimiento de accesos a la zona federal marítimo terrestre, el proyecto representa una ampliación del actualmente en operación "Hotel Club Med" y los accesos reconocidos serán respetados cabalmente en coordinación con las autoridades Federales y Municipales.
URB-48	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 ajardinadas, 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.
URB-49	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.
URB-50	Las especies recomendadas para la reforestación de dunas son: Plantas rastreras: <i>Ipomea pes-caprae</i> , <i>Sesuvium portulacastrum</i> , herbáceas: <i>Ageratun Littorale</i> , <i>Erythalis fruticosa</i> y arbustos: <i>Tournefortia gnaphalodes</i> , <i>Suriana marítima</i> y <i>Coccoloba uvifera</i> y Palmas <i>Thrinax radiata</i> , <i>Coccothrinax readii</i> .	No aplica en criterio en cita. No hay presencia de duna costera.

URB-51	<p>La selección de sitios para la rehabilitación de dunas y la creación infraestructura de retención de arena deberá tomar en cuenta los siguientes criterios:</p> <ul style="list-style-type: none">• Que haya evidencia de la existencia de dunas en los últimos 20 años.• Que los vientos prevaletentes soplen en dirección a las dunas.• Que existan zonas de zonas pioneras (embrionarias) en la playa en la que arena esté constantemente seca, para que constituya la fuente de aportación para la duna.• Las cercas de retención deberán ser biodegradables, con una altura aproximada de 1.2 m y con 50% de porosidad y ubicadas en paralelo a la costa.• Las dunas rehabilitadas deberán ser reforestadas.	<p>No aplica en criterio en cita.</p> <p>No hay presencia de duna costera.</p>
---------------	--	--

<p>URB-52</p>	<p>En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación. • Favorecer y proporcionar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación. • Retirar de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto movable que tenga la capacidad de atrapar, enredar impedir el paso de las tortugas animadoras y sus crías. • Eliminar, reorientar o modificar cualquier instalación o equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de la luz hacia la playa de anidación y emergencia de crías de tortuga marina. • Orientar los tipos de iluminación que se instalen cerca de las playas de anidación de tal forma que su flujo luminoso sea dirigido hacia abajo y fuera de la playa, usando alguna de las siguientes medidas para la mitigación del impacto: <ul style="list-style-type: none"> a) Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas. b) Focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente. c) Fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión. • Tomar medidas para mantener fuera de la playa de anidación, durante la temporada de anidación, el tránsito vehicular y el de cualquier animal doméstico que pueda perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías. Solo pueden circular los vehículos destinados para tareas de monitoreo y los correspondientes para el manejo y protección de las tortugas marinas, sus nidadas y crías. 	<p>El predio queda colindante a zona de playa, sin embargo, el sitio del proyecto no es zona de anidación de tortugas marinas.</p>
----------------------	---	--

URB-53	Las obras y actividades que son susceptibles de ser desarrolladas en las dunas costeras deberán evitar la afectación de zonas de anidación y de agregación de especies, en particular aquellas que formen parte del hábitat de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	No hay presencia de duna costera. Derivado de las visitas de campo para el monitoreo de fauna, no se registraron zonas de anidación de especies faunísticas.
URB-54	En las dunas no se permite la instalación de tuberías de drenaje pluvial, la extracción de arena, ni ser utilizadas como depósitos de la arena o sedimentos que se extraen de los dragados que se realizan para la profundización en los canales de puertos, docas de lagunas o lagunas costeras.	No hay presencia de duna costera. No habrá extracción de arena, no habrá dragado.
URB-55	La construcción de infraestructura permanente o temporal debe quedar fuera de las dunas pioneras (embrionarias).	Dentro del predio se tiene la presencia de selva baja caducifolia. No hay presencia de duna costera que pueda verse afectada.
URB-56	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. 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.	No habrá actividades de pilotaje. No se tienen la presencia de dunas por afectar en el sitio del proyecto.

URB-57	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.	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.
URB-58	Se prohíbe la extracción de arena en predio ubicados sobre la franja litoral del municipio con cobertura de matorral costero.	No habrá extracción de arena con cobertura de matorral costero presente dentro del predio donde se pretende el desarrollo de obras.
URB-59	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.	En las actividades mantenimiento de áreas ajardinadas, se generarán residuos vegetales mismos que serán triturados e incorporados al suelo para su mejoramiento.

III.5. Áreas Naturales Protegidas

En México existen diversos tipos de áreas protegidas: federales, estatales, municipales y Áreas de Conservación Voluntarias. Las Áreas Naturales Protegidas (ANPs), son las áreas bajo la administración de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).

Los instrumentos que determinan las estrategias de conservación y uso de las áreas naturales protegidas a nivel mundial, se han conceptualizado como planes o programas de manejo, programas de conservación, programas de conservación y manejo, planes rectores, planes directores, etc. En nuestro país estos instrumentos se denominaban planes de manejo, programas de trabajo, programas integrales de desarrollo, programas operativos anuales y/o programas de conservación y manejo.

Ahora bien, por la relevancia del tema, se ha dedicado un apartado exclusivo entorno a la revisión y análisis de dichos instrumentos como son los Decretos y Programas de Manejo de las áreas naturales protegidas involucrados con el polígono del proyecto.

Si bien el sur mexicano es una de las regiones del país con mayor número y cobertura de áreas naturales protegidas, el análisis de los polígonos del territorio que han sido declarados como ANP, con respecto **al polígono del proyecto, arroja que no se tiene incidencia en ninguna Área Natural Protegida**, en los ámbitos federal, estatal y municipal.

Derivado de la importancia del tema y para efectos de documentar los distanciamientos del proyecto con estas áreas, se realiza a continuación el análisis de las ANPs que se identificaron con mayor proximidad al proyecto.

III.5.1. Áreas Naturales Protegidas de competencia federal.

En relación a las Áreas Naturales Protegidas de jurisdicción federal, el proyecto, **NO se ubica dentro de ninguna Área Natural Protegida**, sin embargo tiene proximidad con el “Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté” y el “Parque Marino Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc”, lo cual se puede corroborar en el siguiente mapa:

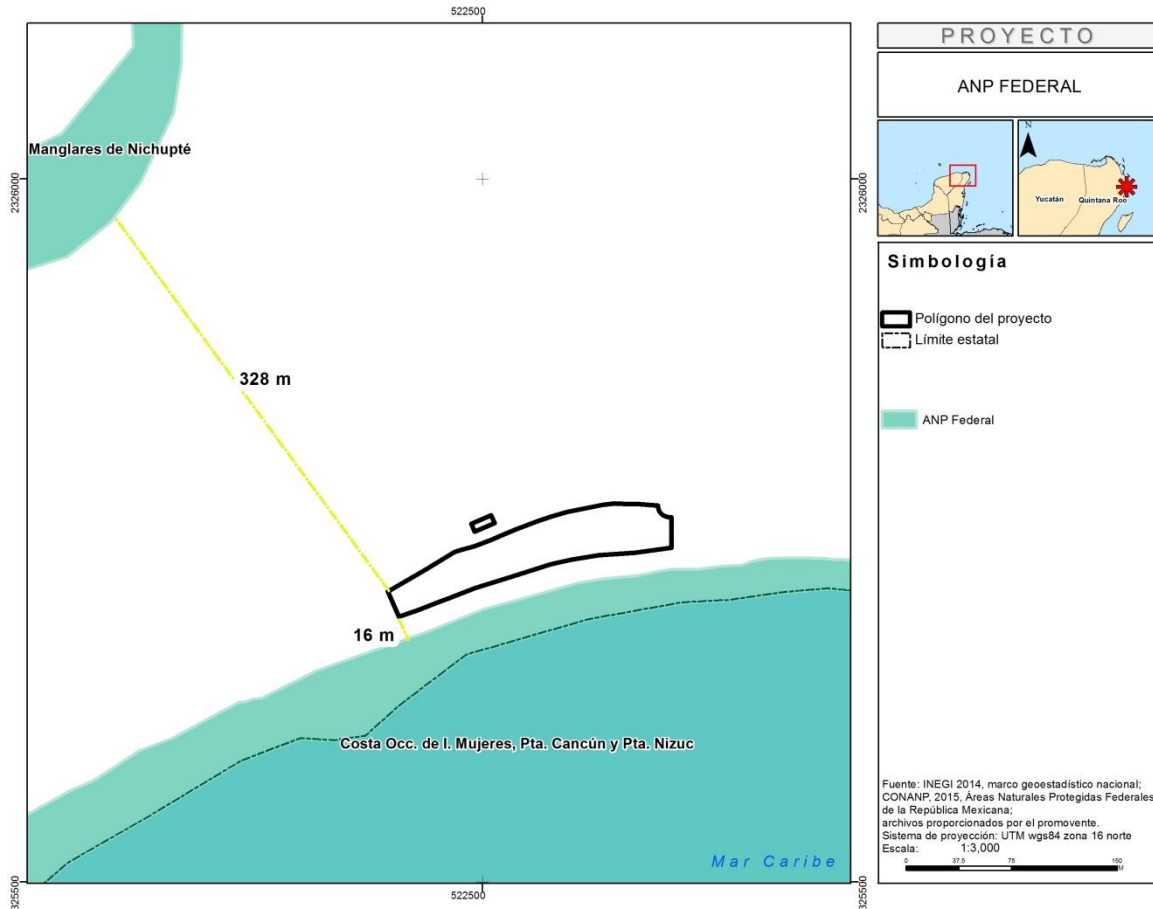


Figura III.9. Áreas Naturales Protegidas Federales próximas al proyecto.

En la imagen antes expuesta, se aprecia que el ANP Federal, denominada “Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté”, se localiza a una distancia de 328 metros del proyecto; mientras que el ANP denominada “Parque Marino Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc”, se localiza a una distancia de 16 metros del sitio. De acuerdo a lo antes expuesto a continuación se analizan las ANP’s en cita:

III.5.1.1. Parque Marino Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc

Como se mencionó en el punto inmediato anterior, el sitio del proyecto se encuentra próximo del ANP denominada “Parque Marino Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc”, aunque se debe señalara claramente que **NO se ubica**

dentro de esta ANP y aunque conforme el sistema de información geográfica se reporta una distancia de 16 metros, es importante señalar que la zona de cercanía se localiza en la porción terrestre de la poligonal de la ANP. Asimismo resulta 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.

En específico, el proyecto se encuentra próximo a la zona litoral del **Polígono No. 3 denominado Punta Nizuc**, de acuerdo al Programa de Manejo.



Figura III.10. Ubicación del predio adyacente a la zona litoral del Polígono 3 Punta Nizuc

Independientemente de la proximidad media al Polígono No. 3, denominado Punta Nizuc correspondiente a la zona de litoral y bajo el propósito de 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 por lo que los elementos funcionales del proyecto no se sobreponen sobre el ANP en comento. Pues únicamente ocupará la zona federal con pasos a playa, camastros y palapas elaboradas materiales de la región, los cuales son temporales y fácilmente removibles por lo que no representan una alteración para la ANP.

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 estable lo siguiente:

“III. Zonificación

Regla 30. Se establecen como áreas geográficas para la realización de actividades dentro de la zonificación, las siguientes:

Tabla III.22. Actividades permitidas en el polígono 3. Punta Nizuc de acuerdo al Programa de Manejo.

Polígono 1. Costa Occidental de Isla Mujeres

Áreas geográficas específicas	Actividades permitidas
El Garrafón	1, 5, 9, 10, 11, 14 y 4 ^R
Sur de Manchones Chico. Submarino	6, 9, 10, 11, 4 ^R
Zona litoral	1, 5, 9, 10, 11, 4 ^R 
Manchones (incluye Manchones Grande y Manchones Chico)	1, 2, 4, 5, 9, 10, 11
Resto del polígono	1, 2, 4, 5, 9, 10, 11, 12, 7 ^R
Costa Oriental de Isla Mujeres	10

Observaciones: No "recorrido en la jungla", no buceo nocturno, no pesca de langosta (ver mapa 1).

^R Actividad restringida.

- | | |
|--|---------------------------------|
| 1. Buceo libre | 7. Remolque recreativo |
| 2. Buceo autónomo diurno | 8. Recorrido en la jungla |
| 3. Buceo autónomo nocturno | 9. Video y fotografía |
| 4. Embarcaciones motorizadas | 10. Investigación científica |
| 5. Embarcaciones no motorizadas y actividades de playa | 11. Educación ecológica |
| 6. Submarino | 12. Navegación en tránsito |
| | 13. Pesca comercial de langosta |
| | 14. Restauración ecológica |

Como se observa, las actividades permitidas en zona litoral próxima al proyecto, corresponde a actividades dentro del sector turístico y su mayor parte el marino, en particular para el caso que nos ocupa, el inmobiliario hotelero únicamente comprende la actividad de playa para que el visitante disfrute y aprecie del paisaje que forma parte del atractivo natural del sitio del proyecto.

III.5.1.2. Área Natural Protegida Manglares de Nichupté

Tal y como ya se manifestó, **el proyecto se encuentra fuera del área de aplicación del decreto de la poligonal del Área Natural Protegida Manglares de Nichupté**. Sin embargo por su proximidad media con el proyecto, se realiza el siguiente análisis:

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 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.

El decreto de la ANP en análisis sugiere un Área de Influencia fuera del polígono decretado, que no representa en si 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 en la siguiente figura.

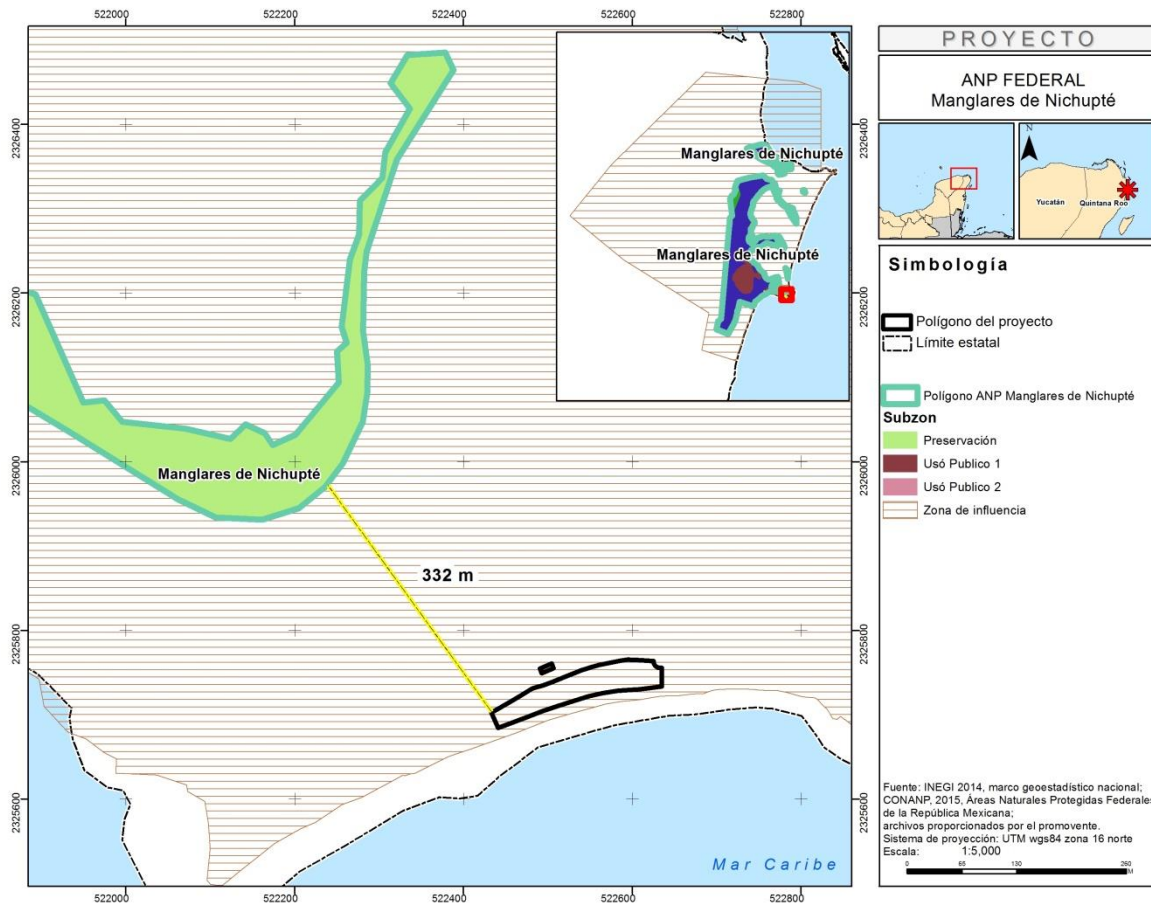


Figura III.11. Ubicación del proyecto en el Área de Influencia de ANP “Manglares de Nichupté”.

Para continuar en este contexto, se realizó el análisis de vinculación jurídica desde la perspectiva del Programa de Manejo en el que, se ha definido como Zona de Influencia:

“La Zona de Influencia del Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté está constituida por la superficie aledaña a su poligonal que mantiene una estrecha interacción social, económica y ecológica con ésta. Abarca una superficie de 33 mil 500 hectáreas e incluye hacia el norte las lagunas costeras Manatí y Chacmuhuc y una franja marina; hacia el oeste el núcleo poblacional que conforma la ciudad de Cancún y la zona ejidal denominada Alfredo V. Bonfil; hacia el sur los humedales del municipio de Benito Juárez, un complejo turístico 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 del presente DTU, 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 en una zona donde ya existen desarrollos turísticos y, que como se describe en el Capítulo IV, consecuentemente no existen condiciones para alterar 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. 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 conectarse a la red pública a cargo de DHC-AGUAKAN, asimismo, las aguas residuales serán a cargo de también de DHC-AGUAKAN, por lo que con esto 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, por lo que las interacciones que debe considerarse no son solo las propias del proyecto, sino de todas aquellas actividades humanas en el Municipio y que dicho sea de paso no han generado una problemática con

dicha ANP la cual mantiene sus valores ambientales, por lo que de modo general debe precisarse:

- Se ubica fuera del área del Decreto
- No afecta los elementos (componentes y procesos) ecológicos que se señalan para el Área de Influencia que se localizan fuera del área 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:

1. 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 Nichupté, como se analizó en la NOM-022-SEMARNAT-2003 Que establece las especificaciones para la preservación, aprovechamiento, sustentable y restauración de humedales costeros en zonas de manglar.

En este entendido y dada la ubicación y características de las obras que conforman al proyecto, no representan riesgos en los flujos de aguas subterráneas, por lo que no se

afectará al humedal existente y con ello se garantiza la no afectación a los servicios ambientales del ANP denominada “Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté”.

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, ni contravendrá lo estipulado en su marco jurídico.

III.5.2. Áreas Naturales Protegidas de competencia estatal

Respecto a las Áreas Naturales Protegidas (ANP) de competencia estatal se visualiza en la siguiente figura, 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 por lo que ninguna resulta vinculante al presente DTU.

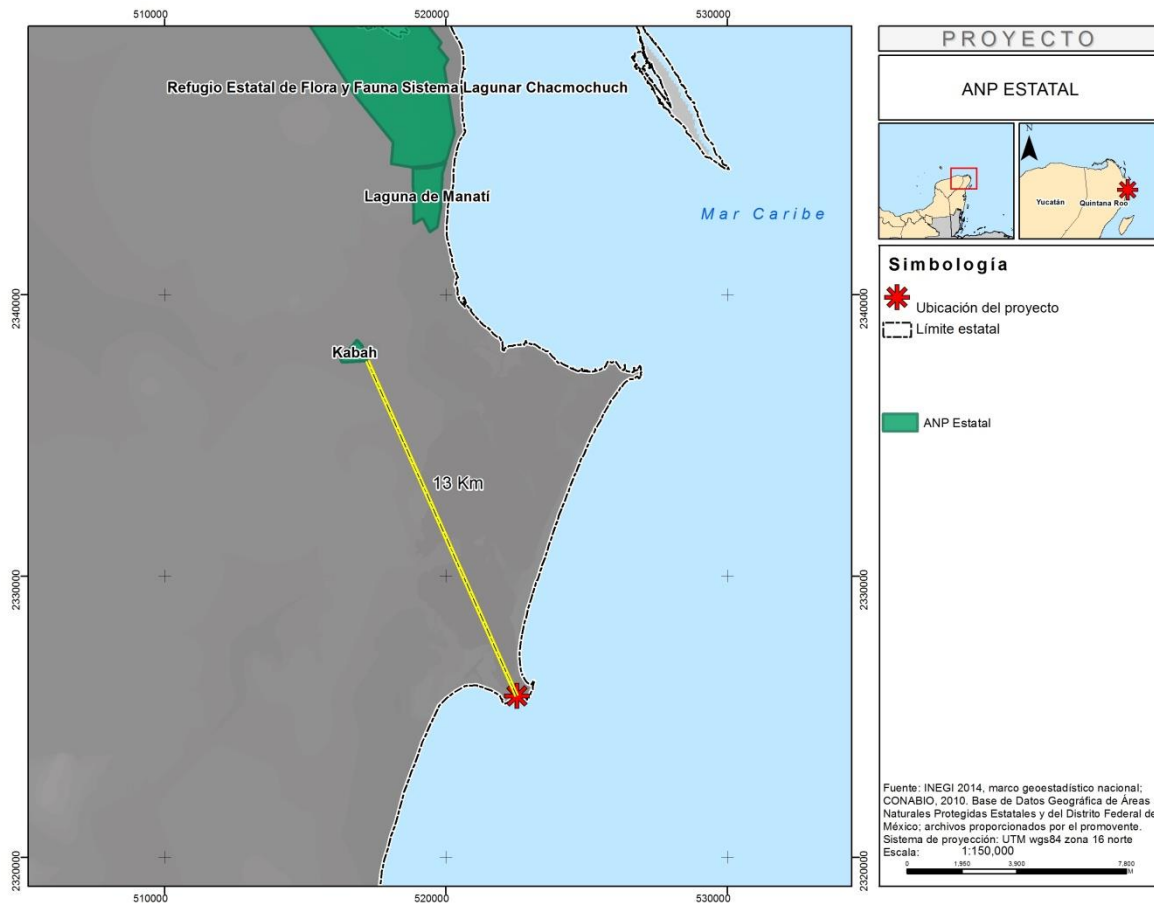


Figura III.12. Áreas Naturales Protegidas Estatales cercanas al sitio del proyecto.

De lo anterior, se concluye que el proyecto no tendrá injerencia alguna en ninguna Área Natural Protegida de jurisdicción estatal por lo cual no le es vinculante el marco jurídico existente para esta materia.

III.6. Sitio de RAMSAR

El proyecto no incide con ningún sitio Ramsar, siendo el más próximo al polígono del proyecto el denominado “Manglares de Nichupté”, los cuales se localizan a una distancia de 281 metros (Figura III.9), por tal motivo se evidencia que el proyecto está a una distancia considerable del sitio RAMSAR.

Ahora bien, derivado a que el sitio Ramsar “Manglares de Nichupté” fue designado el 02 de febrero del 2008, según se desprende de la constancia de RAMSAR, con el sitio número 1777, como humedal de importancia internacional y Registrado en la Lista de Humedales de Importancia Internacional. El predio del proyecto se ubica fuera del sitio RAMSAR y no obstante de que el proyecto es una **referencia externa y ajena a lo delimitado en la poligonal del Sitio Ramsar y por consiguiente sin los efectos legales correspondientes**, se realiza a continuación el análisis de vinculación a efecto de proporcionar mayores elementos de decisión a la autoridad:

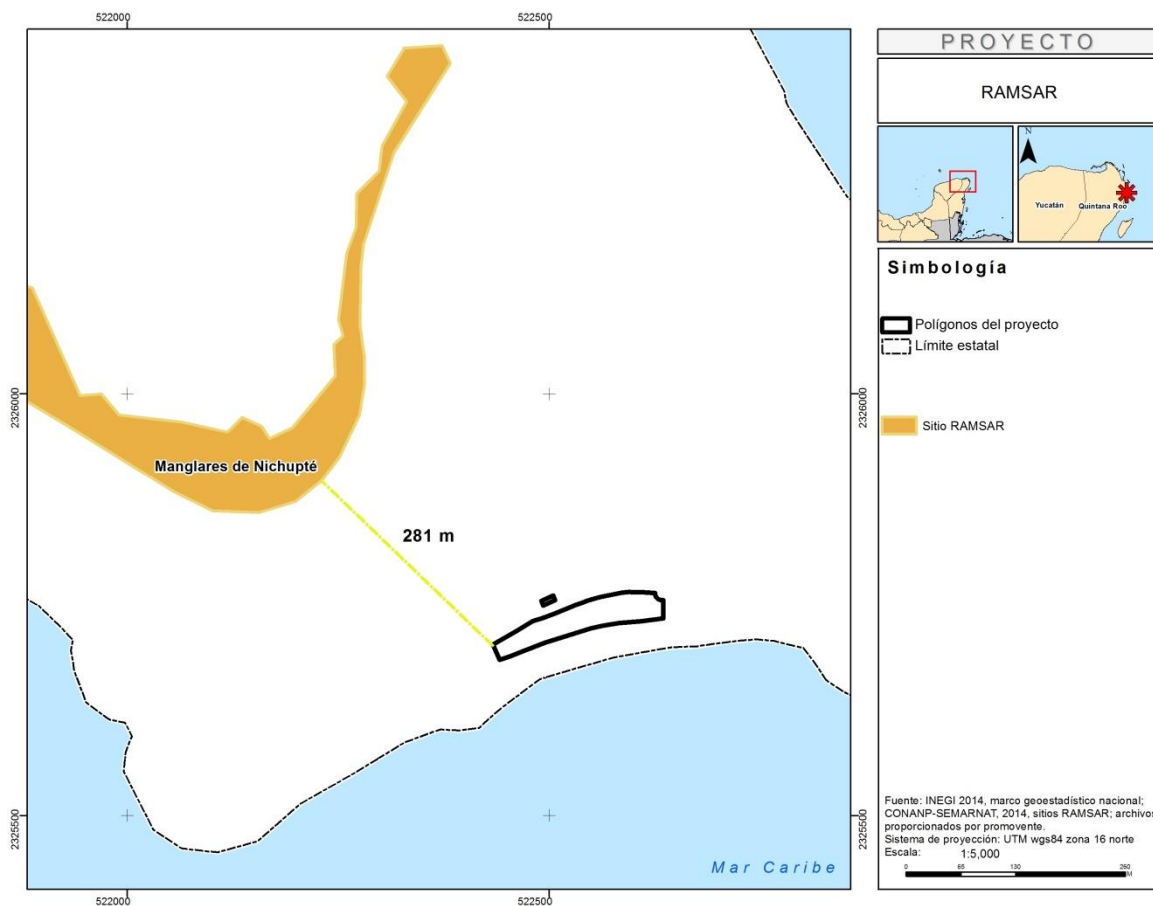


Figura III.13. El sitio del proyecto con respecto a la zona Ramsar

III.6.1. Ficha Informativa de los Manglares de Nichupté

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

III.6.1.1. Importancia biológica del Sitio RAMSAR

Como importancia biológica del Sitio Ramsar, su funcionamiento es como corredor biológico, y es que en la zona, se presenta una alta conectividad hidrobiológica entre los manglares, lagunas costeras, pastos marinos y arrecifes. La presencia de especies vegetativas bajo alguna categoría de protección son: *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus* que se encuentran bajo la categoría 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 hábitat para especies de fauna terrestre y acuática, local y migratoria.
- Sitios de anidación y reposo para aves acuáticas. Algunos islotes de Punta Cancún son los únicos 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 reproducción de especies de peces e invertebrados marinos y estuarinos con relevancia comercial y ecológica.
- Los manglares favorecen la estabilización de sedimentos.
- Los manglares favorecen la protección contra oleaje, huracanes y tormentas tropicales.
- Los manglares son un atractivo turístico en la zona.
- Las zonas de manglar brindan protección a embarcaciones durante huracanes y tormentas.

III.6.1.2. Análisis técnico, el cual comprende el funcionamiento hidrológico del Sitio RAMSAR y la relación que guarda con el proyecto.

La ubicación del proyecto en el contexto de la región hidrológica, cuenca, subcuenca o microcuenca hidrológica se tiene, que el predio se localiza dentro de los límites de la **Región Hidrológica No. 32 Yucatán Norte**, en el cual no existen escurrimientos superficiales y la mayor cantidad de ríos pertenecen a la Región Hidrológica 30 Grijalva-Usumacinta; el Estado de Quintana Roo, cuenta con 51 lagunas, de las cuales la más importante es la *Laguna de Bacalar*, Chichancanab y el *Sistema Lagunar Nichupté*, tal y como establece el Acuerdo por el que se dan a conocer los estudios técnicos de aguas nacionales subterráneas del acuífero Península de Yucatán, clave 3105, estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo, publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 4 de septiembre de 2013.

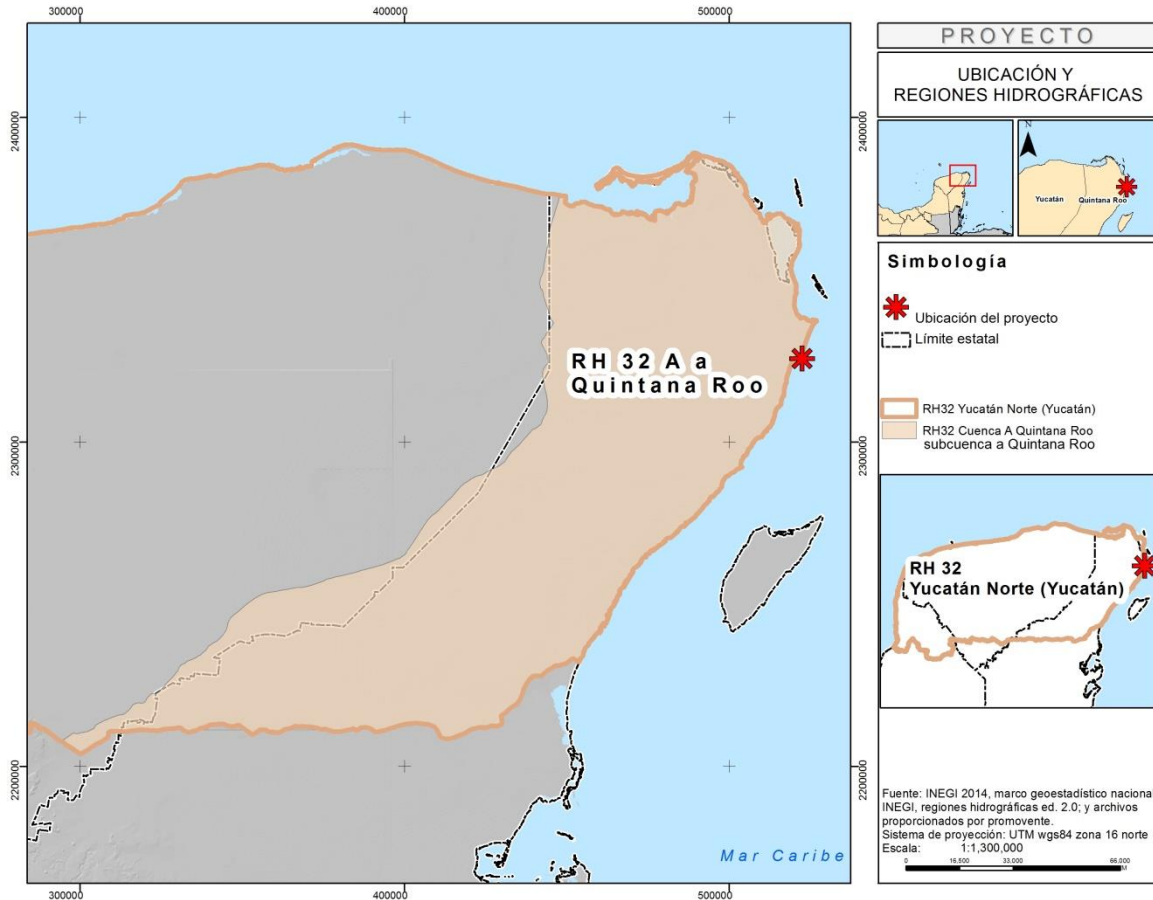


Figura III.14. Localización del proyecto en las Regiones Hidrológicas de la Península de Yucatán, el polígono del proyecto se localiza dentro de la Región Hidrológica No. 32 Yucatán Norte.

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.

Para el abastecimiento de agua en el proyecto, se prevé conectarse a la red pública a cargo de DHC-AGUAKAN, asimismo, las aguas residuales serán a cargo de también de DHC-AGUAKAN, tal y como se describe en el Capítulo II, bajo esta premisa no existirá afectación alguno respecto a este rubro.

Por lo que respecta a la zona del proyecto y el sitio Ramsar, la cual recordemos no se encuentra próxima o colindante, aun lo antes expuesto hacemos hincapié que los servicios ambientales que destacan por la presencia de manglar, 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 y a una distancia conservadora de donde se pretende el desarrollo del proyecto.

III.6.2. Convención de RAMSAR.

La Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional (Ramsar, Irán, 1971) identificada como "Convención de Ramsar" -- es un tratado intergubernamental en el que se consagran los compromisos adquiridos por las partes (países miembros) cuyo objetivo es incentivar y mantener las características ecológicas de sus Humedales de Importancia Internacional y planificar el "uso racional", de todos los humedales situados en sus territorios.

Este acuerdo internacional es el primer instrumento (convenio) en materia de medio ambiente que se centra en un ecosistema específico, los humedales, cuyo objetivo o interés original se orientó a la conservación y uso racional en relación a las aves acuáticas, sin embargo, ha reconocido 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”.

III.6.2.1. Partes Contratantes, o Estados Miembros de la Convención de Ramsar.

De conformidad con el Artículo 9.2 de la Convención sobre los Humedales “Todo miembro de la Organización de las Naciones Unidas o de una de sus agencias especializadas, o de la Agencia Internacional de la Energía Atómica, o Parte de los Estatutos de la Corte Internacional de Justicia, puede ser Parte Contratante en esta Convención”, esto es, todo país puede ser suscriptor y convertirse en parte del presente convenio, siempre y cuando dentro de los límites territoriales de éste existan humedales.

La adhesión a la Convención señala un compromiso por parte del gobierno nacional de trabajar activamente en apoyo de los “tres pilares” de la Convención:

- Garantizar la conservación y el uso racional de los humedales que ha designado como Humedales de Importancia Internacional.

- Incluir en la planificación ambiental nacional el uso racional de todos los humedales en la mayor medida posible, y
- Entablar consultas con otras Partes acerca de la aplicación de la Convención, especialmente en lo que concierne a los humedales transfronterizos, los sistemas hídricos compartidos y las especies compartidas.

Bajo este contexto, son relevantes y de interés a discusión los puntos referentes a:

- A. Resolución VII.16. La Convención Ramsar y la evaluación de impacto - estratégico, ambiental y social.
- B. Resolución VIII.3. Cambio climático y humedales: impactos, adaptación y mitigación.
- C. 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.
- D. Resolución X.12. Principios para las asociaciones entre la Convención de Ramsar y el sector empresarial
- E. Manual 13. Evaluación del Impacto Ambiental.

A. Resolución VII.16. La Convención Ramsar y la evaluación de impacto - estratégico, ambiental y social

Se precisa en el pedimento lo siguiente:

“PIDE a las Partes Contratantes que fortalezcan y consoliden sus esfuerzos para asegurarse de que todo proyecto, plan, programa y política con potencial de alterar el carácter ecológico de los humedales incluidos en la Lista Ramsar o de impactar negativamente a otros humedales situados en su territorio, sean sometidos a procedimientos rigurosos de estudios de impacto y formalizar dichos

procedimientos mediante los arreglos necesarios en cuanto a políticas, legislación, instituciones y organizaciones;

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

La resolución invocada precisa en su pedimento lo siguiente:

“PIDE a las Partes Contratantes que administren los humedales de forma que aumente su resiliencia al cambio climático y a los fenómenos climáticos extremos y se reduzca el riesgo de inundaciones y sequías en los países vulnerables, entre otras formas, promoviendo la protección y la restauración de los humedales y de las cuencas hidrográficas;”

Asimismo:

“HACE UN LLAMADO a todos los países concernidos para que adopten medidas para minimizar la degradación, así como para promover el restablecimiento y mejorar las prácticas de manejo, de aquellas turberas y otros tipos de humedales que son depósitos importantes de carbono o tienen la capacidad de secuestrar carbono y son considerados como factores de mitigación, así como para aumentar la capacidad de adaptación de la sociedad para responder a los cambios en estos ecosistemas debidos al cambio climático”

En particular, dichas políticas en cita no aplican al proyecto que nos ocupa, en virtud de que éste no pretende llevar a cabo ningún tipo de infraestructura en el manglar o que pudiera afectarlo y aunado a lo anterior el Sitio Ramsar, se encuentra a una distancia de 281 metros.

Por lo tanto, como se precisó con antelación la autoridad realizará un examen exhaustivo de la manifestación de impacto ambiental y determinará si las obras del proyecto pueden influir negativamente sobre el ecosistema de manglar, haciéndose valer lo dispuesto en el artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre y NOM-022-SEMARNAT-2003, haciéndose necesaria su vinculación se tiene que serán observadas en todos y cada uno de sus componentes dispuestos a la conservación y protección de dicho sistema ambiental.

C. 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.

La resolución en comento cita a la letra:

“INSTA a las Partes Contratantes a valerse, según proceda, de las 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 la COP del CDB en su sexto período de sesiones en la Decisión VI/7, con la asistencia de las orientaciones preparadas por el GECT e insertadas en el texto de las Directrices del CDB, reproducidas en el anexo de la presente Resolución; y a fomentar la participación plena de las comunidades locales y de los pueblos indígenas, en armonía con estos lineamientos, los Lineamientos para establecer y fortalecer la participación de las comunidades locales y de los pueblos indígenas en el manejo de los humedales (Resolución VII.8), y los Nuevos lineamientos para la planificación del manejo de los sitios Ramsar y otros humedales (Resolución VIII.14)”

Los ordenamientos legales en México, hacen suyos los principios antes precisados, ya que en ellos se incorporan los aspectos de la biodiversidad, siendo estrictamente evaluados a través del proceso de evaluación de impacto ambiental.

Es importante precisar que en nuestro país existe un procedimiento de evaluación de impacto ambiental que hace suyos los principios fundamentales de la conservación y cuidado del medio ambiente, procedimiento que cumple con los más altos estándares de análisis técnico y científico, de tal suerte que con ello se garantiza una debida aplicación de los marcos legales nacionales, así como de referencias internacionales.

D. Resolución X.12

Principios para las asociaciones entre la Convención de Ramsar y el sector empresarial

Las Partes Contratantes de Ramsar alientan a la Secretaría a que pongan en práctica los principios orientadores que figuran a continuación y sigan estableciendo asociaciones con

el sector empresarial, conforme al espíritu de la Estrategia 1.10 del Plan Estratégico para 2009-2015, a fin de fomentar la cooperación con vistas al mantenimiento de los valores ecológicos de los humedales, como condiciones favorables para el desarrollo sostenible.

Objetivos:

- Mejorar las prácticas empresariales ambientalmente sostenibles, intensificando el diálogo y la comprensión de los beneficios socioeconómicos y las oportunidades empresariales que ofrecen los servicios de ecosistemas de los sistemas de humedales plenamente funcionales.
- Ampliar la base de recursos de la Convención y sus actividades estableciendo relaciones mutuamente beneficiosas con el sector empresarial.
- Promover el compromiso directo del sector empresarial con la conservación y el uso racional de los humedales.
- Facilitar el diálogo entre las empresas y los principales interesados directos de los humedales, en particular los gobiernos y las comunidades pertinentes, con miras a generar confianza, y estimular y desarrollar determinadas actividades de asociación.
- Aumentar las inversiones locales, nacionales y regionales en la promoción de la conservación, uso racional, restauración y rehabilitación de humedales.
- Fomentar una mejor comprensión de los valores de los humedales y de la misión de la Convención.
- Fortalecer e intensificar las sinergias entre las necesidades ecológicas para el desarrollo sostenible y los beneficios socioeconómicos derivados del manejo racional de los humedales.

- Examinar nuevas esferas de cooperación y elaborar medidas de sostenibilidad adecuadas a fin de mejorar la cooperación entre el gobierno y el sector privado en el plano nacional.
- Identificar y aplicar métodos para compensar de forma innovadora la pérdida de humedales, en la medida de lo posible en las mismas áreas que desempeñen las mismas funciones ecológicas, en conformidad con la Convención.

El proyecto, es congruente con las políticas antes mencionadas ya que éste busca preservación de la totalidad del manglar actual de la zona Ramsar en comentó y de la zona de manglar sin este estatus.

E. Manual 16 RAMSAR EIA.

Cita la Convención de RAMSAR:

“Las Partes en estas COP, y en sus precedentes, han adoptado lineamientos sobre varios temas que han servido de base para la preparación de una serie de manuales para asistir a quienes tengan interés o estén directamente implicados en la aplicación de la Convención en los planos internacional, regional, nacional, subnacional o local. Cada manual recoge, tema tras tema, las diversas orientaciones pertinentes adoptadas por las Partes, a las que se han añadido material adicional de las notas informativas de las COP, estudios de caso y otras publicaciones pertinentes, con objeto de ilustrar los aspectos esenciales de los lineamientos.”

En el caso concreto, el Manual de 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.

El objetivo del presente manual es:

“El objetivo de este proyecto de directrices es proporcionar asesoramiento general sobre la incorporación de los aspectos de la diversidad biológica a procedimientos nuevos, o ya existentes, de evaluación del impacto ambiental, tomando nota de que en los actuales procedimientos de

evaluación del impacto ambiental se tiene en cuenta la diversidad biológica de varios modos. Se ha elaborado un proyecto de marco para atender a las fases de clasificación y de ámbito de la evaluación del impacto ambiental.”

Tal y como se ha precisado, el proyecto sujeto a evaluación en materia de impacto ambiental, no pretende la intervención de ninguna de las comunidades de manglar registradas como sitio RAMSAR, ni de aquellos no registrados que representan altos valores ambientales, por lo que es importante su cuidado y conservación.

En este orden de ideas y respetando el principio de autonomía y soberanía de las Naciones, en México existe un procedimiento de evaluación de impacto 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 de 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.

Asimismo, 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 orden de ideas, la promovente ha formulado el presente Documento Técnico Unificado, a través de la legislación ambiental mexicana, la cual se llevó a cabo la caracterización y descripción ambiental, así como la evaluación de los escenarios actuales y futuros del sitio en relación con el proyecto, con lo cual se observa el cumplimiento a los lineamientos generales del Manual 16 de Evaluación de Impacto Ambiental, así como la Ficha informativa de fecha 02 de febrero del 2008 del sitio número 1777, precisando que el proyecto no contraviene ni la Convención, así como Resoluciones, el Manual de Evaluación del Impacto Ambiental en sitios RAMSAR, ni la Ficha del mismo, dado a que las obras y actividades que comprenden el proyecto, no impactan el sitio RAMSAR en general,

pero más relevante no afectan el ecosistema de humedales en la zona de estudio, ni de la comunidad de manglar en dicha zona.

Bajo este contexto, la empresa promovente ha formulado el presente Documento Técnico Unificado, para someterlo al procedimiento de evaluación 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.7. Normas Oficiales Mexicanas

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

Dada la ubicación física del predio y la cercanía a la vegetación de mangle, se presenta el análisis de las especificaciones de la **NOM-022-SEMARNAT-2003**, establecidas para la preservación, aprovechamiento, sustentable y restauración de humedales costeros en zonas de manglar.

Tabla III.23. Análisis de las especificaciones de la NOM-022-SEMARNAT-2003.

Num.	Especificación de la NOM-022-SEMARNAT-2003	Vinculación con el proyecto
4.0	<p>Especificaciones: El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. En la evaluación de las solicitudes en materia de cambio de uso de suelo, autorización de aprovechamiento de la vida silvestre e impacto ambiental se deberá garantizar en todos los casos la integralidad del mismo, para ello se contemplarán los siguientes puntos:</p> <p>La integridad del flujo hidrológico del humedal costero;</p> <p>La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental;</p> <p>Su productividad natural;</p> <p>La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas;</p> <p>Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;</p> <p>La integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales;</p> <p>Cambio de las características ecológicas;</p> <p>Servicios ecológicos;</p> <p>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>	<p>Las obras y actividades que se tienen consideradas en el proyecto no incidirán en la zona de Manglar más próxima conocida como Laguna Caleta, sin embargo considerando la distancia a la que se encuentra del predio de la Laguna Caleta (21.7m) se ha propuesto Medidas en beneficio del manglar, el cual se ubica en Capítulo VII del presente DTU, quedando así garantizada la integralidad de esta comunidad vegetal.</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</p>	<p>No aplica la especificación en cita. No habrá construcción de canales.</p>

Num.	Especificación de la NOM-022-SEMARNAT-2003	Vinculación con el proyecto
	ecosistema, intrusión salina, asolvamiento y modificación del balance hidrológico.	
4.4	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.	No aplica al proyecto. No habrá desarrollo de infraestructura marina.
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 Programa de manejo integral de residuos 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.	<p>No habrá vertimiento de aguas residuales a cuerpos de agua que puedan dañar al ecosistema de humedal costero.</p> <p>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.</p> <p>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 DHC-AGUAKAN.</p> <p>Por lo antes expuesto, se cumple con el presente criterio.</p>
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	Este criterio no aplica al proyecto, ya que el vertimiento de aguas residuales en la etapa de operación y mantenimiento se conducirá a la red de drenaje a cargo de DHC-AGUAKAN.

Num.	Especificación de la NOM-022-SEMARNAT-2003	Vinculación con el proyecto
	y el monitoreo que deberá realizar.	
4.10	La extracción de agua subterránea por bombeo en áreas colindantes a un manglar debe de garantizar el balance hidrológico en el cuerpo de agua y la vegetación, evitando la intrusión de la cuña salina en el acuífero.	Dicha especificación no aplica al proyecto, ya que no se extraerá agua, ya que esta será proporcionada por la red pública de DHC-AGUAKAN.
4.11	Se debe evitar introducción 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.	No habrá introducción de ejemplares que sean perjudiciales al humedal costero. La reforestación que se pretende será en función de las mismas especies vegetativas a desmontar por el cambio de uso de suelo y acorde a la vegetación de la zona de estudio.
4.12	Se deberá considerar en los estudios de impacto ambiental, así como en los ordenamientos ecológicos 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.	En el presente DTU se ha considerado 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 Capítulo VII del presente DTU)
4.13	En caso de que sea necesario trazar una vía de comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal, se deberá garantizar que la vía de comunicación es trazada sobre pilotes que permitirán el libre flujo hidráulico dentro del ecosistema, así como garantizar el libre paso de 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.	No aplica la especificación. No habrá vías de comunicación sobre el humedal costero.
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	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 21.7 m. hacia la zona de mangle.

Num.	Especificación de la NOM-022-SEMARNAT-2003	Vinculación con el proyecto
	su estabilidad.	
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, se encuentra a una distancia próxima de 21.7 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 desecación 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.	No habrá relleno, desmonte, quema, ni desecación 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.
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	La especificación en cita no aplica al proyecto. La

Num.	Especificación de la NOM-022-SEMARNAT-2003	Vinculación con el proyecto
	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.	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 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.	No aplica la especificación. No se pretende la construcción de canales. No desviación o rectificación de canales naturales o de cualquier 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.	No se tiene planeado la extracción de agua por lo que 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	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. En el presente DTU se demuestra que tanto la presente norma, así como con la vinculación del Art. 60 TER de la LGVS, que el

Num.	Especificación de la NOM-022-SEMARNAT-2003	Vinculación con el proyecto
	aves acuáticas, y requiere de zonificación, monitoreo y de informe preventivo.	proyecto no generará 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 encuentran. Para ello se establecerán zonas de embarque y desembarque, áreas específicas de restricción y áreas donde se reporte la presencias de especies en riesgo.	No se pretende el desarrollo de actividades náuticas.
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.

Num.	Especificación de la NOM-022-SEMARNAT-2003	Vinculación con el proyecto
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 costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre.	Se llevarán a cabo Medidas en beneficio del manglar dentro de estas medidas, se encuentran actividades de reforestación de la laguna Caleta para aumentar la superficie vegetal. Asimismo, se llevaran a cabo estrategias ambientales que conducen a la protección y conservación de dicha zona, como es un manejo adecuado de residuos de conformidad a la legislación y normatividad aplicable, en el que se incluye una disposición final y adecuada de las aguas residuales posterior a su tratamiento.
4.36	Se deberán restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre, de acuerdo como se determinen en el Informe Preventivo.	No habrá descargas de aguas residuales a la Laguna Caleta. Como ya se mencionó, se contemplan estrategias en compensación por la franja de amortiguamiento de los 100 metros de distancia de obras hacia la vegetación de mangle (Ver medidas de compensación incluidas en el Capítulo VII el presente DTU).
4.37	Se deberá favorecer y propiciar la regeneración natural de la unidad hidrológica, comunidad vegetales y animales mediante el restablecimiento de la dinámica hidrológica y flujos hídricos continentales (ríos de superficie y subterráneos, arroyos permanentes y temporales, escurrimientos terrestres laminares, aportes del manto freático), la eliminación de vertimientos de aguas residuales y sin tratamiento protegiendo las áreas que presenten potencial para ello.	El desarrollo del proyecto no afectará la unidad hidrológica que alimenta a la comunidad vegetal de manglar. No hay ríos o hidrología superficial que se vea afectada por el proyecto, ni flujos subterráneos o aportes del manto freático que alimenten la zona de manglar. No habrá vertimiento de aguas residuales. Las aguas residuales que generen por el desarrollo del proyecto serán dispuestas por la red pública de DHC-AGUAKAN.
4.38	Los programas proyectos de restauración de manglares deberán estar fundamentados científica y técnicamente y aprobados en la resolución de impacto ambiental, previa consulta a un grupo colegiado. Dicho proyecto deberá contar con un protocolo que sirva de línea de base para determinar las acciones a realizar.	En el desarrollo del proyecto no se pretende la restauración del manglar, por el contrario, se han propuesto medidas para la protección y conservación del manglar (Ver el Capítulo VII del presente DTU).
4.39	La restauración de humedales costeros con zonas de manglar deberá utilizar el mayor número de especies nativas dominantes en el área a ser restaurada, tomando en cuenta la estructura y composición de la comunidad vegetal local, los suelos, hidrología y las condiciones del ecosistema donde se encuentre.	No aplica la especificación. Como se indicó anteriormente, no habrá restauración del humedal costero.
4.40	Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros.	No habrá introducción de especies exóticas en el humedal costero. No se pretende la restauración del humedal.

Num.	Especificación de la NOM-022-SEMARNAT-2003	Vinculación con el proyecto
4.41	La mayoría de los humedales costeros restaurados y creados requerirán de por lo menos de tres a cinco años de monitoreo, con la finalidad de asegurar que el humedal costero alcance la madurez y el desempeño óptimo.	No aplica la especificación en cita. No se pretende la restauración del humedal.
4.42	Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros.	El proyecto se ajusta al presente criterio, en virtud se ha considerado el estudio hidrológico del humedal costero con la finalidad de demostrar que el proyecto no tendrá afectación alguna
4.43	La prohibición de obras y actividades estipuladas en los numerales 4.4 y 4.22 y 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 suelo correspondiente.	Para el cumplimiento de este numeral, el cual se relaciona con el 4.16, se implementara Medidas en beneficio del manglar, el cual se ubica en Capítulo VII del presente DTU.

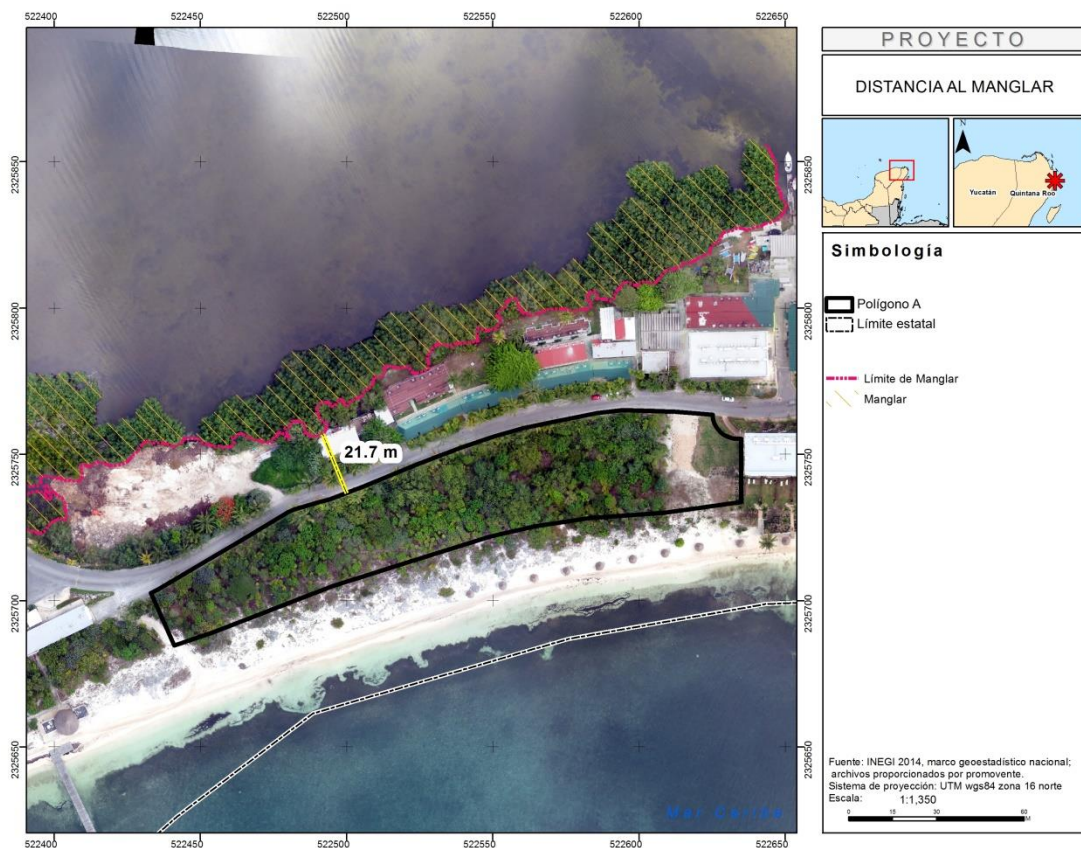


Figura III.15. Distancia del predio con respecto a la vegetación de manglar (Laguna Caleta).

Tabla III.24. Vinculación del proyecto con respecto a la Normatividad ambiental aplicable.

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el Proyecto
AGUA	
<p>NOM-001-SEMARNAT-1996 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.</p>	<p>El proyecto no contempla la disposición de aguas residuales a cuerpos de agua federales, ya que serán dispuestas en la red pública de DHC-AGUAKAN.</p>
<p>NOM-002-SEMARNAT-1996 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.</p>	<p>Para una adecuada disposición de las aguas residuales 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 de la red pública de DHC-AGUAKAN, para lo cual se ajustará al contenido de la presente norma.</p>
<p>NOM-003-SEMARNAT-1997 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.</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>NOM-015-CNA-2007 Infiltración artificial de agua a los acuíferos.- Características y especificaciones de las obras y del agua.</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>
AIRE	
<p>NOM-041-SEMARNAT-2006, 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.</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>Adicionalmente, se contará con una serie de Medidas para el Control de emisiones a la</p>
<p>NOM-045-SEMARNAT-2006, 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.</p>	

	atmósfera (Ver Capítulo VII).
RESIDUOS	
NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	El proyecto prevé un Programa de manejo integral de residuos. En lo que se refiere al manejo de residuos no peligrosos, se llevará a cabo un Programa de manejo para ello se contemplan actividades de recolección, transporte y disposición final de los residuos municipales.
NOM-054-SEMARNAT-1993 Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos.	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.
RUIDO	
NOM-080-SEMARNAT-1994.- 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.	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.
SUELO	
NOM-138-SEMARNAT-SSA1-2012 Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.	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 adecuada para ello, y en consecuencia la

	aplicación de la norma en cita.
FLORA Y FAUNA	
NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección Ambiental- Especies nativas de México de flora y fauna silvestres- categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- lista de especies en riesgo.	<p>En la caracterización ambiental del sitio determinada en la presente DTU, se registró una especie con presencia en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de Amenazada, al interior del predio del Proyecto <i>Thrinax radiata</i>, perteneciente a la familia <i>Arecaceae</i>, Clase <i>Liliopsida</i>. Para ello se llevaran a cabo medidas de protección y conservación.</p> <p>En fauna, dentro del polígono del proyecto se registró las especies (<i>Ctenosaura similis- iguana cola negra espinosa</i>) y una serpiente (<i>Leptophis mexicanus-culebra perico mexicana</i>) que de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, se encuentra en el estatus de Amenazada, por lo antes expuesto se tiene previsto la implementación de un Programa de protección y reubicación de flora y un Programa de protección, conservación y reubicación de fauna.</p>

III.8. Instrumentos de Planeación

Los instrumentos de planeación de desarrollo con instrumentos de política ambiental que promueven patrones equilibrados de ocupación y aprovechamiento del territorio, entre los distintos municipios y estados a lo largo de corredores urbano, turísticos, industriales, etc. Se basan en el análisis de las condiciones ambientales, la vocación económica, y la interdependencia urbana, en un modelo de complementariedad.

En ésta sección, se hace un descripción breve y concisa referente a la congruencia del proyecto con respecto a las políticas de desarrollo social y económico contempladas en los siguientes instrumentos de planeación 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

III.8.1. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.

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

- México en Paz,
- México Incluyente,
- México con Educación de Calidad,
- México Próspero y,
- 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 estratégicos y líneas de acción:

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

Tabla III.25. Vinculación con las estrategias y líneas de acción.

Concepto	Vinculación con el proyecto
<p>Estrategia 4.11.2. Impulsar la innovación de la oferta y elevar la competitividad del sector turístico. Líneas de acción: Fortalecer la infraestructura y la calidad de los servicios y los productos turísticos. 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.</p>	<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>Estrategia 4.11.4. Impulsar la sustentabilidad y que los ingresos generados por el turismo sean fuente de bienestar social. Líneas de acción:</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</p>

Convertir al turismo en fuente <i>de bienestar social</i> .	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.
---	---

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

III.8.2. 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 multideestino 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 promovente 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.



CAPÍTULO IV

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTOS DE
TENDENCIAS DE DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN



Contenido

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN	10
IV.1. Introducción	10
IV.2. Escalas de análisis	11
IV.3. Delimitación del Sistema Ambiental Regional donde pretende establecerse el proyecto.	14
IV.4. Medio abiótico	20
IV.4.1. Clima	20
IV.4.1.1. Temperatura	22
IV.4.1.2. Precipitación	23
IV.4.1.3. Evaporación	24
IV.4.2. Meteorología	25
IV.4.2.1. Vientos	25
IV.4.3. Riesgos hidrometeorológicos	27
IV.4.3.1. Inundaciones	27
IV.4.3.2. Ciclones tropicales	29
IV.4.4. Hidrología	33
IV.4.4.1. Hidrología Superficial	33
IV.4.4.2. Hidrología Subterránea	45
IV.4.5. Hidrología marina	64
IV.4.5.1. Corrientes	65
IV.4.5.2. Oleaje	68
IV.4.5.3. Mareas	70
IV.4.5.4. Calidad del agua marina en Punta Nizuc	71
IV.4.6. Geología Regional	74
IV.4.7. Provincias fisiográficas	79
IV.4.8. Riesgos geológicos	81
IV.4.8.1. Sismicidad	81
IV.4.8.2. Deslizamientos	83
IV.4.8.3. Fallas y fracturas geológicas	84
IV.4.8.4. Vulcanismo	84
IV.4.9. Geomorfología	85
IV.4.10. Suelos	120
IV.4.11. Degradación de suelos	123
IV.4.12. Erosión de los suelos	124
IV.4.13. Paisaje	126
IV.4.14. Definición de paisaje	126
IV.4.15. Tipos de Paisajes naturales en el Área de Referencia y el SAR del proyecto	126
IV.4.15.1. Unidades del paisaje	127
IV.5. Aspectos bióticos	137
IV.5.1. Áreas de importancia para la biodiversidad	137
IV.5.2. Vegetación	140
IV.5.2.1. Usos de suelo y tipos de vegetación en el SAR	141
IV.5.2.2. Usos de suelo y tipos de vegetación en el polígono del proyecto	144

IV.5.2.3.	Revisión bibliográfica y de bases de datos de flora presente en el SAR.	148
IV.5.2.4.	Flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de acuerdo con la bibliografía en SAR.	150
IV.5.2.5.	Trabajo de campo de la flora presente en el SAR y en el polígono del proyecto	158
IV.5.2.6.	Vegetación en el SAR	158
IV.5.2.7.	Vegetación en el polígono del proyecto	189
IV.5.2.8.	Especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el polígono del proyecto	200
IV.5.2.9.	Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso de suelo propuesto	202
IV.5.2.10.	Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo y su grado de afectación	218
IV.5.3.	Fauna	227
IV.5.3.1.	Revisión bibliográfica y de bases de datos de fauna en el SAR	227
IV.5.3.2.	Fauna incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de acuerdo con la bibliografía consultada para el SAR.	229
IV.5.3.3.	Trabajo de campo de la fauna en el SAR y en el polígono del proyecto	232
IV.5.3.4.	Resultados del muestreo de fauna en el SAR	232
IV.5.3.5.	Resultados del muestreo de fauna en el polígono del proyecto	235
IV.5.3.6.	Diversidad de vertebrados	237
IV.5.3.7.	Indicis de diversidad	243
IV.5.3.8.	Curvas de acumulación de especies	245
IV.5.3.9.	Especies de fauna en categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 247	
IV.5.3.10.	Estacionalidad de aves	249
IV.5.3.11.	Madrigueras y nidos	252
IV.6.	Medio socioeconómico	254
IV.6.1.	Vías de comunicación	255
IV.6.2.	Servicios urbanos	257
IV.6.3.	Actividades económicas	260
IV.6.4.	Problemáticas sociales	263
IV.6.5.	Localidades indígenas	263
IV.6.6.	Sitios arqueológicos	266
IV.7.	Línea Base	270

Figuras

<i>Figura IV. 1. Área de Referencia del proyecto.</i>	12
<i>Figura IV. 2. Niveles de análisis.</i>	13
<i>Figura IV. 3. Modelo de circulación por marea.</i>	15
<i>Figura IV. 4. Circulación producida por vientos provenientes del noroeste y norte.</i>	16
<i>Figura IV. 5. Laguna la Caleta.</i>	17
<i>Figura IV. 6. Límite por la diferenciación en el paisaje.</i>	18
<i>Figura IV. 7. Límite del Sistema Ambiental Regional.</i>	19
<i>Figura IV. 8. Tipos de climas presentes a nivel SAR y el polígono del proyecto.</i>	21
<i>Figura IV. 9. Temperatura media obtenida por interpolación geoestadística de las estaciones Cancún, Central Vallarta, Kantunilkin, Leona Vicario, Solferino, Victoria, Ideal, Playa del Carmen y Chan Cenote (incluidas dentro del Área de referencia) .</i>	23
<i>Figura IV. 10. Precipitación media obtenida por interpolación geoestadística de las estaciones Cancún, Central Vallarta, Kantunilkin, Leona Vicario, Solferino, Victoria, Ideal, Playa del Carmen y Chan Cenote.</i>	24
<i>Figura IV. 11. Intensidad del viento en km/h en la zona de Cancún, Quintana Roo durante un año.</i>	26
<i>Figura IV. 12. Rosa de vientos en Cancún, Quintana Roo.</i>	26
<i>Figura IV. 13. Cuencas regionales.</i>	28
<i>Figura IV. 14. Actividad ciclónica por categorías durante el período 1970-2009.</i>	30
<i>Figura IV. 15. Riesgo por presencia de ciclones tropicales.</i>	31
<i>Figura IV. 16. Imagen de radar del Huracán Wilma en el sitio de impacto y entrando a tierra en la península de Yucatán. (Tomado de smn.cna.gob.mx).</i>	32
<i>Figura IV. 17. Coeficientes de escurrimiento superficial en el SAR. (Fuente SEMARNAT, 2011).</i>	33
<i>Figura IV. 18. Profundidades del sistema lagunar. (Carbajal, 2007).</i>	35
<i>Figura IV. 19. Circulación por marea durante el periodo de flujo (bajamar a pleamar).</i>	36
<i>Figura IV. 20. Circulación por marea durante el periodo de reflujó (transición de pleamar a bajamar).</i>	37
<i>Figura IV. 21. Circulación producida por vientos provenientes del noroeste y norte.</i>	39
<i>Figura IV. 22. Circulación producida por vientos provenientes del noreste.</i>	40
<i>Figura IV. 23. Distribución de las concentraciones de nitratos, nitritos, amonio y fosfatos en el sistema lagunar Nichupté-Bojórquez.</i>	43
<i>Figura IV. 24. 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).</i>	44
<i>Figura IV. 25. Mapa de escala regional de las trayectorias de flujo preferencial (líneas en rojo) y ubicación de los cenotes (puntos rojos) en la Península de Yucatán.</i>	45
<i>Figura IV. 26. Mapa de equipotenciales del estado de Quintana Roo, 1990.</i>	47
<i>Figura IV. 27. Tomografía Eléctrica de la TRE-1.</i>	52
<i>Figura IV. 28. Tomografía Eléctrica de la TRE-2</i>	53
<i>Figura IV. 29. Perfil geoelectrico S-3</i>	54
<i>Figura IV. 30. Secuencia de los cortes litológicos de los barrenos exploratorios cercanos al SAR.</i>	55
<i>Figura IV. 31. Perfiles comparativos de temperatura.</i>	56
<i>Figura IV. 32. Perfiles comparativos de conductividad eléctrica.</i>	57
<i>Figura IV. 33. Perfiles comparativos de oxígeno disuelto.</i>	58
<i>Figura IV. 34. Diagrama de la circulación de la corriente de Yucatán en las costas de Quintana Roo.</i>	66
<i>Figura IV. 35. Simulación del patrón de circulación de las corrientes provenientes del sursureste.</i>	67
<i>Figura IV. 36. Simulación del patrón de circulación de las corrientes provenientes del sursuroeste.</i>	68
<i>Figura IV. 37. Esquema de la propagación del oleaje procedente del Este generado por los vientos alisios.</i>	70

<i>Figura IV. 38. Distribución espacial del índice de calidad del agua (a) y variación temporal en estaciones seleccionadas (b) de la condición que guarda el polígono de Punta Nizuc.</i>	73
<i>Figura IV. 39. Evolución geológica de la zona de estudio.</i>	77
<i>Figura IV. 40. Tipos de rocas presentes el SAR y el polígono del proyecto.</i>	78
<i>Figura IV. 41. Provincia fisiográfica XI “Península de Yucatán”.</i>	79
<i>Figura IV. 42. Subprovincias fisiográficas en la región.</i>	80
<i>Figura IV. 43. Zonificación de la República Mexicana en base a su nivel de sismicidad, con énfasis en el SAR. Elaboración propia a partir del Atlas Nacional de Riesgos.</i>	82
<i>Figura IV. 44. Riesgo por deslizamiento en la República Mexicana con énfasis en el área del proyecto.</i>	84
<i>Figura IV. 45. Principales componentes del relieve kárstico.</i>	85
<i>Figura IV. 46. Topoformas presentes en el SAR.</i>	87
<i>Figura IV. 47. Esquema de los principales relieves en el SAR (Molina et al., 1998).</i>	89
<i>Figura IV. 48. Modelo digital de elevación (terreno) escala 1:10,000 y resolución horizontal de 5 m y vertical de 1 m. 2012. (INEGI, 2007).</i>	91
<i>Figura IV. 49. Fotos de afloramientos rocosos (roca eolianita) a lo largo de la Barra de Punta Nizuc.</i>	92
<i>Figura IV. 50. Ubicación de las antiguas barras de sedimentos calcáreos que dieron origen a los tómbolos desarrollados en Punta Nizuc.</i>	94
<i>Figura IV. 51. Vista del afloramiento rocoso de eolianita que sobresale por la parte posterior de la playa.</i>	96
<i>Figura IV. 52. Muestras de la roca eolianita que aflora en la parte posterior de la playa.</i>	97
<i>Figura IV. 53. Esquemas del perfil estratigráfico del suelo en Punta Nizuc.</i>	99
<i>Figura IV. 54. Modelo digital de elevación (terreno) en Punta Nizuc, escala 1:10,000 y resolución horizontal de 5 m y vertical de 1 m. 2012.</i>	100
<i>Figura IV. 55. Forma de equilibrio de largo plazo de la playa en la zona de estudio. Diseño con modelo parabólico.</i>	101
<i>Figura IV. 56. Figura que muestra la conformación de las puntas y vista de una punta a la punta contraria. 04 junio 2015.</i>	103
<i>Figura IV. 57. Identificación de perfiles tipo 1 y 2 en el frente de estudio.</i>	104
<i>Figura IV. 58. Perfil tipo I que se desarrolla a lo largo de 550 m del frente de playa y que cubre todo el frente de la playa donde se ubica el polígono del proyecto.</i>	105
<i>Figura IV. 59. Vista de los perfiles de plata tipo I. recorrido de campo del 04 de junio 2015.</i>	106
<i>Figura IV. 60. Perfil tipo I que se desarrolla a lo largo de 550 m del frente de playa y que cubre todo el frente donde se ubica el polígono del proyecto.</i>	107
<i>Figura IV. 61. Vista de los perfiles de plata tipo I. Recorrido de campo del 04 de junio 2015.</i>	109
<i>Figura IV. 62. Distribución de muestras a lo largo del frente costero y diámetros característicos asociados. Fuente especificada no válida.</i>	110
<i>Figura IV. 63. Sedimento que caracteriza las playas de Punta Nizuc, en la playa de la zona de estudio. 04 de junio 2015.</i>	112
<i>Figura IV. 64. Vista del límite del sedimento visible en la playa sumergida frente al polígono del proyecto. Foto aérea 05 junio 2015.</i>	113
<i>Figura IV. 65. Vista del límite del sedimento visible en la playa sumergida frente al Club Med. Foto aérea 05 junio 2015.</i>	114
<i>Figura IV. 66. Balance de sedimentos en la zona de estudio.</i>	116
<i>Figura IV. 67. Líneas de costa montadas en Ortofoto de INEGI (2004).</i>	117
<i>Figura IV. 68. Comparativa de la línea de vegetación (2004-2015).</i>	118
<i>Figura IV. 69. Cambios proyectados en las estadísticas de los ciclones tropicales. IPCC (2014).</i>	119
<i>Figura IV. 70. Esquema principales tipos de suelo y horizontes de diagnóstico en la zona de estudio.</i>	122
<i>Figura IV. 71. Tipos de suelo dentro del polígono del proyecto.</i>	123
<i>Figura IV. 72. Degradación del suelo presente en SAR.</i>	124
<i>Figura IV. 73. Degradación hídrica de suelos según nivel en México.</i>	125

<i>Figura IV. 74. Degradación eólica de suelos según nivel. Tomado de: SEMARNAT 2011.</i>	126
<i>Figura IV. 75. Zonificación de las unidades de Paisaje.</i>	127
<i>Figura IV. 76. Paisaje desde el interior de la Laguna La Caleta.</i>	128
<i>Figura IV. 77. Correlación de paisajes naturales y antrópicos.</i>	129
<i>Figura IV. 78. Paisaje de matorral costero en el SAR.</i>	130
<i>Figura IV. 79. Visuales interiores y exteriores.</i>	131
<i>Figura IV. 80. Visual interna VI_1. GOOGLE EARTH, 2014.</i>	132
<i>Figura IV. 81. Visual externa VE_1.</i>	134
<i>Figura IV. 82. Visual externa VE_2.</i>	135
<i>Figura IV. 83. Paisaje de las construcciones en la barra litoral (Área de Referencia).</i>	135
<i>Figura IV. 84. Paisaje turístico y natural en la zona litoral del SAR.</i>	136
<i>Figura IV. 85. Límite entre el Área de Referencia (a la derecha) y el SAR (izquierda) por la diferenciación en el paisaje.</i>	136
<i>Figura IV. 86. Ubicación espacial de las Regiones Prioritarias de Conservación.</i>	138
<i>Figura IV. 87. Ubicación espacial de la zona donde se pretende desarrollar el proyecto.</i>	140
<i>Figura IV. 88. Usos de suelo y tipos de vegetación en el SAR (INEGI, 2012).</i>	141
<i>Figura IV. 89. Usos de suelo y tipos de vegetación (CONABIO, 2013).</i>	143
<i>Figura IV. 90. Usos de suelo y tipos de vegetación en el polígono del proyecto (CONABIO, 2013).</i>	145
<i>Figura IV. 91. Fotografías aéreas del área del proyecto.</i>	146
<i>Figura IV. 92. Delimitación de los Usos de Suelo y tipos de vegetación en el SAR.</i>	147
<i>Figura IV. 93. Ubicación espacial de los registros de <i>Coccothrinax readii</i> (Fuente: www.gbif.org.)</i>	151
<i>Figura IV. 94. Ubicación espacial de los registros de <i>Pseudophoenix sargentii</i> (Fuente: www.gbif.org.)</i>	152
<i>Figura IV. 95. Ubicación espacial de los registros de <i>Thrinax radiata</i> (Fuente: www.gbif.org.)</i>	153
<i>Figura IV. 96. Ubicación espacial de los registros de <i>Beaucarnea plianobilis</i> (Fuente: www.gbif.org.)</i>	154
<i>Figura IV. 97. Ubicación espacial de los registros de <i>Avicennia germinans</i> (Fuente: www.gbif.org.)</i>	155
<i>Figura IV. 98. Ubicación espacial de los registros de <i>Conocarpus erectus</i> (Fuente: www.gbif.org.)</i>	155
<i>Figura IV. 99. Ubicación espacial de los registros de <i>Laguncularia racemosa</i> (Fuente: www.gbif.org.)</i>	156
<i>Figura IV. 100. Ubicación espacial de los registros de <i>Rhizophora mangle</i> (Fuente: www.gbif.org.)</i>	157
<i>Figura IV. 101. Ubicación espacial de los registros de <i>Guaiacum sanctum</i> (Fuente: www.gbif.org.)</i>	158
<i>Figura IV. 102. Representación gráfica del I.V.I. Estrato arbóreo. SAR (VMC).</i>	166
<i>Figura IV. 103. Representación gráfica del I.V.I. con Dominancia=cobertura. Estrato arbóreo (VMC).</i>	167
<i>Figura IV. 104. Representación gráfica del I.V.I. Estrato arbustivo. SAR (VMC).</i>	171
<i>Figura IV. 105. Representación gráfica del I.V.I. Estrato herbáceo. SAR (VMC).</i>	174
<i>Figura IV. 106. Representación gráfica del I.V.I. Estrato arbóreo. SAR (VSA/SMQ).</i>	178
<i>Figura IV. 107. Representación gráfica del I.V.I. con Dominancia=cobertura. Estrato arbóreo (VSA/SMQ).</i>	179
<i>Figura IV. 108. Representación gráfica del I.V.I. Estrato arbustivo. SAR (VSA/SMQ).</i>	182
<i>Figura IV. 109. Representación gráfica del I.V.I. Estrato herbáceo. SAR (VSA/SMQ).</i>	184
<i>Figura IV. 110. Ubicación de los sitios de muestreo dentro del proyecto.</i>	189
<i>Figura IV. 111. Tipos de vegetación con distribución en el polígono del Proyecto.</i>	191
<i>Figura IV. 112. Representación gráfica del I.V.I. Estrato arbóreo (VSA/SMQ).</i>	195
<i>Figura IV. 113. Representación gráfica del I.V.I. Estrato arbóreo. Proyecto (VSA/SMQ).</i>	196
<i>Figura IV. 114. Representación gráfica del I.V.I. Estrato arbustivo. Polígono del proyecto con vegetación (VSA/SMQ) Dominancia=AB.</i>	200
<i>Figura IV. 115. Ubicación del Sistema Ambiental Regional del proyecto.</i>	203
<i>Figura IV. 116. Ubicación espacial de los registros de <i>Bassariscus sumichrasti</i> (Fuente: http://www.iucnredlist.org/).</i>	230
<i>Figura IV. 117. Ubicación espacial de los registros <i>Ctenosaura similis</i> (Fuente: http://www.iucnredlist.org/).</i>	231
<i>Figura IV. 118. Ubicación espacial de los registros <i>Leptophis mexicanus</i> (Fuente: www.gbif.org).</i>	232

<i>Figura IV. 119. Unidades de muestreo realizadas durante el estudio de vertebrados silvestres en el polígono del proyecto.</i>	236
<i>Figura IV. 120. Índice de Abundancia relativa de la Clase Reptilia para el polígono del proyecto y el SAR.</i>	239
<i>Figura IV. 121. Índice de Abundancia relativa de la Clase Mammalia para el polígono del proyecto y el SAR.</i>	240
<i>Figura IV. 122. Índice de abundancia relativa expresado en porcentaje de las especies de la clase Aves en el polígono del proyecto y en el SAR.</i>	242
<i>Figura IV. 123. Curva de acumulación de especies para el muestreo realizado dentro del polígono del proyecto.</i>	246
<i>Figura IV. 124. Curva de acumulación de especies para el muestreo realizado dentro del SAR.</i>	247
<i>Figura IV. 125. Localización de las Madrigueras registradas en el polígono del predio.</i>	253
<i>Figura IV. 126. Principales zonas urbanas y localidades al SAR de proyecto.</i>	255
<i>Figura IV. 127. Estructura vial primaria Cancún.</i>	256
<i>Figura IV. 128. Construcción Club Med a la izquierda año 1975 y derecha termino proyecto.</i>	262
<i>Figura IV. 129. Localidades indígenas a nivel municipal.</i>	265
<i>Figura IV. 130. Distancia del proyecto con respecto a las localidades indígenas.</i>	266
<i>Figura IV. 131. Ubicación de los sitios arqueológicos en Cancún.</i>	267
<i>Figura IV. 132. Localización de vestigios arqueológicos en el centro de Población de Cancún.</i>	269

Tablas

<i>Tabla IV. 1. Normal climatológica para el SAR y polígono del proyecto. TMM= Temperatura Máxima Mensual; TmM= Temperatura mínima Mensual; PMM= Precipitación Máxima Mensual; EVA= Evaporación; TE= Tormenta Eléctrica. Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.</i>	22
<i>Tabla IV. 2. Clasificación del estado trófico de acuerdo al índice TRIX.</i>	71
<i>Tabla IV. 3. Sismos que han tenido impacto en el SAR y el polígono del proyecto.</i>	83
<i>Tabla IV. 4. Usos de suelo y tipos de vegetación en el SAR (INEGI)</i>	142
<i>Tabla IV. 5. Usos de suelo y tipos de vegetación en el SAR (CONABIO)</i>	144
<i>Tabla IV. 6. Usos de Suelo y Tipos de Vegetación en polígono del proyecto (considerando polígonos A y B).</i>	148
<i>Tabla IV. 7 Composición florística general en el SAR.</i>	149
<i>Tabla IV. 8 Familias mejor representadas en el SAR.</i>	149
<i>Tabla IV. 9. SAR, especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de acuerdo con la bibliografía.</i>	150
<i>Tabla IV. 10. Tipo de vegetación por sitio de muestreo en el SAR.</i>	159
<i>Tabla IV. 11. Listado florístico general de especies registradas en SAR.</i>	160
<i>Tabla IV. 12. Listado florístico de especies registradas en vegetación de matorral costero en el SAR.</i>	162
<i>Tabla IV. 13. Parámetros descriptivos de la estructura general del estrato arbóreo en VMC.</i>	163
<i>Tabla IV. 14. Índices de Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Equidad de Pielou para el estrato arbóreo. SAR (VMC).</i>	163
<i>Tabla IV. 15. Abundancia relativa en el estrato arbóreo para el SAR (VMC).</i>	165
<i>Tabla IV. 16. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbóreo en el SAR (VMC). Con dominancia=área basal.</i>	165
<i>Tabla IV. 17. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbóreo (VMC), con Dominancia=cobertura.</i>	166
<i>Tabla IV. 18. Parámetros descriptivos de la estructura general del estrato arbustivo en VMC.</i>	168

Tabla IV. 19. Índices de Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Equidad de Pielou para el estrato arbustivo. SAR (VMC).	169
Tabla IV. 20. Abundancia relativa en el estrato arbustivo. SAR (VMC).	170
Tabla IV. 21. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbustivo. SAR (VMC).	170
Tabla IV. 22. Parámetros descriptivos de la estructura general del estrato herbáceo en VMC.	172
Tabla IV. 23. Índices de Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Equidad de Pielou para el estrato herbáceo. SAR (VMC).	172
Tabla IV. 24. Abundancia relativa. Estrato herbáceo. SAR (VMC).	173
Tabla IV. 25. Índice de Valor de Importancia para el estrato herbáceo. SAR (VMC).	173
Tabla IV. 26. Listado florístico de especies registradas en Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia. SAR.	174
Tabla IV. 27. Parámetros descriptivos de la estructura general del estrato arbóreo en VSA/SMQ.	175
Tabla IV. 28. Índices de Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Equidad de Pielou para el estrato arbóreo. SAR (VSA/SMQ).	175
Tabla IV. 29. Abundancia relativa. Estrato arbóreo. SAR (VSA/SMQ).	176
Tabla IV. 30. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbóreo. SAR (VSA/SMQ) con dominancia=área basal.	177
Tabla IV. 31. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbóreo (VSA/SMQ), con Dominancia=cobertura.	178
Tabla IV. 32. Parámetros descriptivos de la estructura general del estrato arbustivo en VSA/SMQ.	180
Tabla IV. 33. Índices de Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Equidad de Pielou para el estrato arbustivo. SAR (VSA/SMQ).	180
Tabla IV. 34. Abundancia relativa. Estrato arbustivo. SAR (VSA/SMQ).	181
Tabla IV. 35. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbustivo. SAR (VSA/SMQ).	181
Tabla IV. 36. Parámetros descriptivos de la estructura general del estrato herbáceo en VSA/SMQ.	182
Tabla IV. 37. Índices de Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Equidad de Pielou para el estrato herbáceo. SAR (VSA/SMQ).	183
Tabla IV. 38. Abundancia relativa. Estrato herbáceo. SAR (VSA/SMQ).	183
Tabla IV. 39. Índice de Valor de Importancia para el estrato herbáceo. SAR (VSA/SMQ).	184
Tabla IV. 40. Listado florístico de especies registradas en Vegetación de Manglar. Sistema ambiental regional.	185
Tabla IV. 41. Parámetros descriptivos de la estructura general del estrato arbóreo en MV.	185
Tabla IV. 42. Parámetros descriptivos de la estructura general del estrato arbustivo en VM.	186
Tabla IV. 43. Riqueza de especies para el estrato herbáceo.	186
Tabla IV. 44. Índices de Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Equidad de Pielou para el estrato herbáceo. VM	187
Tabla IV. 45. Abundancia relativa. Estrato herbáceo. SAR (VM)	187
Tabla IV. 46. Índice de Valor de Importancia para el estrato herbáceo. SAR (VM).	188
Tabla IV. 47. Representación gráfica del I.V.I. Estrato herbáceo. SAR (VM).	188
Tabla IV. 48. Coordenadas centrales al inicio de los sitios de muestreo de flora silvestre en el proyecto.	190
Tabla IV. 49. Listado de especies de flora registrados dentro del polígono del proyecto.	192
Tabla IV. 50. Parámetros descriptivos de la estructura general del estrato arbóreo en VSA/SMQ.	193
Tabla IV. 51. Índices de Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Equidad de Pielou para el estrato arbóreo. En el polígono del proyecto con vegetación(VSA/SMQ).	193
Tabla IV. 52. Abundancia relativa. Estrato arbóreo (VSA/SMQ).	194
Tabla IV. 53. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbóreo (VSA/SMQ) con dominancia=área basal.	195
Tabla IV. 54. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbóreo (VSA/SMQ) con dominancia=cobertura.	196

Tabla IV. 55. Parámetros descriptivos de la estructura general del estrato arbustivo en VSA/SMQ	198
Tabla IV. 56. Índices de Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Equidad de Pielou para el estrato arbustivo (VSA/SMQ).	198
Tabla IV. 57. Abundancia relativa. Estrato arbustivo (VSA/SMQ).	199
Tabla IV. 58. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbustivo. Proyecto (VSA/SMQ). Dominancia=AB	199
Tabla IV. 59. Parámetros descriptivos de la estructura general del estrato herbáceo en VSA/SMQ.	200
Tabla IV. 60. Especie en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro del polígono del proyecto.	201
Tabla IV. 61. Superficies por uso de suelo y tipos de vegetación dentro del SAR.	204
Tabla IV. 62. Estimación potencial de secuestro de carbono en el SAR.	205
Tabla IV. 63. Estimación potencial de secuestro de carbono en la superficie sometida a cambio de uso de suelo del proyecto.	206
Tabla IV. 64. Valoración económica de la captura de carbono en el polígono del proyecto.	207
Tabla IV. 65. Estimación del potencial de infiltración para el tipo de vegetación compartida entre la SAR y el predio del proyecto.	207
Tabla IV. 66. Estimación del potencial de captura de agua en regiones forestales del estado de Quintana Roo.	208
Tabla IV. 67. Resultado del cálculo del volumen de escurrimiento.	208
Tabla IV. 68. Resultado del cálculo del volumen de infiltración.	209
Tabla IV. 69. Especies reportadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, dentro del predio del proyecto.	210
Tabla IV. 70. Estimación de la pérdida de suelo promedio anual bajo distintos escenarios.	212
Tabla IV. 71. Fenómenos climatológicos que se han presentado en el área del SAR donde se ubica el Proyecto.	214
Tabla IV. 72. Categoría según SEMARNAT de los servicios ambientales que se considera que se verán afectados por el desarrollo del proyecto.	219
Tabla IV. 73. Identificación de los Servicios Ambientales con potencial afectación por el CUSTF del proyecto.	219
Tabla IV. 74. Estimación de la capacidad de infiltración del predio bajo distintos escenarios.	223
Tabla IV. 75. Especies de fauna registradas bibliográficamente para el SAR.	228
Tabla IV. 76. Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de acuerdo con la bibliografía.	229
Tabla IV. 77. Unidades de muestreo en el SAR, indicando la terminología para cada transecto, la fecha de muestreo, las coordenadas de ubicación.	233
Tabla IV. 78. Vertebrados registrados en los muestreos realizados en la SAR.	233
Tabla IV. 79. Unidades de muestreo en el polígono del proyecto, indicando la terminología para cada transecto, la fecha de muestreo, las coordenadas de ubicación.	235
Tabla IV. 80. Especies de vertebrados observados durante los muestreos realizados para el polígono del proyecto.	236
Tabla IV. 81. Especies de Reptiles (Chordata: Vertebrata) observadas en SAR Y en el polígono del proyecto; ni= número de individuos de la especie i (frecuencia). N= número total de individuos, S= número de especies.	238
Tabla IV. 82. Especies de Mamíferos (Chordata: Vertebrata) observadas en el polígono del proyecto y SAR; ni= número de individuos de la especie i (frecuencia). N= número total de individuos, S= número de especies.	239
Tabla IV. 83. Especies de Aves (Chordata: Vertebrata) observadas para el polígono del proyecto y en el SAR; ni= número de individuos de la especie i (frecuencia), pi: abundancia relativa de la especie i ($pi=ni/N$). N= número total de individuos, S= número de especies	241
Tabla IV. 84. Cuadro resumen de los índices de diversidad obtenidos para las 3 clases de vertebrados observados en el polígono del proyecto y en el SAR. 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, Dmg: índice de diversidad de Margalef. 244

Tabla IV. 85. Índices de diversidad obtenidos para los vertebrados observados en el polígono del proyecto y en el SAR. 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, Dmg: índice de diversidad de Margalef. 244

Tabla IV. 86. Comparación entre las muestras del polígono del proyecto y del Sistema Ambiental Regional, mediante la prueba t de Student. En el caso del índice de Shannon $p > 0.05$, $t_{0.5(2)g,1} > t$ de tablas existen diferencias en las muestras, mientras que en los valores del índice de Simpson no existe una diferencia significativa $p > 0.05$, $t_{0.5(2)g,1} < t$ de tablas. 245

Tabla IV. 87. Número de especies observadas y esperadas en el polígono del proyecto. 246

Tabla IV. 89. Número de especies observadas y esperadas en el SAR. 247

Tabla IV. 89. Especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (NOM), observadas en las áreas de muestreo del polígono del proyecto y SAR. Pr= protección especial, P= peligro de extinción, A=Amenazada. NOM-059-SEMARNAT-2010. 248

Tabla IV. 90. Distribución de las especies bajo alguna categoría de riesgo en el polígono del proyecto y el SAR. 249

Tabla IV. 91. Madrigueras georreferenciadas durante el muestreo de vertebrados silvestres en las unidades de muestreo del polígono del proyecto. ID=Identificador. 252

Tabla IV. 92. Diagnóstico del SAR. 271

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

IV.1. Introducción

El presente capítulo tiene por objetivo analizar la estructura y funcionamiento del ecosistema donde se pretende desarrollar el proyecto. Para ello fue necesario identificar y analizar los procesos y componentes de los medios abióticos y bióticos del ecosistema.

Para el medio abiótico se analizan en las diferentes escalas espacio – temporales, el arreglo de la estructura y funcionamiento del ecosistema, así como los atributos de los componentes y/o procesos.

Aunado a lo anterior, en el presente capítulo también se describen las condiciones socioeconómicas del Sistema Ambiental Regional (SAR), así como la influencia del hombre en la modificación del entorno natural. Este último análisis es clave para identificar las tendencias de deterioro del ecosistema, pues define las problemáticas ambientales que se presentan en la zona resultado del aprovechamiento de los recursos.

Finalmente, en la línea base, a partir de la descripción del ecosistema y de las problemáticas ambientales es que se establece el diagnóstico de las condiciones actuales del SAR y área de estudio, lo que permite definir la capacidad de respuesta del ambiente ante su intervención.

El diagnóstico generado se retomará posteriormente en los capítulos V, VII y VIII del presente DTU, para prever el nivel de impacto que generará el proyecto, para ponderar el tipo de estrategias que se deberán de implementar, no solo por el tipo e intensidad del impacto, sino en función de la identificación de los procesos y componentes claves en el funcionamiento del ecosistema, que permita una mayor capacidad de resiliencia del ecosistema.

IV.2. Escalas de análisis

La caracterización y descripción del SAR y área de estudio (la cual se explica más adelante), así como el análisis de las tendencias de deterioro y desarrollo de la región, se realiza a partir de la interpretación de las relaciones e interacciones en la estructura, la cual a su vez presenta diferentes niveles de organización y manifestación espacio temporal, y los cuales solo pueden ser observables en las respectivas escalas de estudio, que para efecto de este estudio se han establecido tres, las cuales se exponen más adelante. De tal forma que los componentes y/o procesos regionales, deben ser analizados en una gran escala, recibiendo estos componentes el nombre de macroestructuras. Por su parte, los componentes y/o procesos de escala media se les denominan mesoestructurales.

Así, el enfoque sistémico posibilita la definición y eslabonamiento de escalas espaciales y temporales; la articulación de niveles de integración espacial y funcional de manera taxonómica, jerárquica y anidada; así como los procesos que caracterizan cada componente ambiental, cada nivel de integración y el sistema en su conjunto.

Con la finalidad de explicar la articulación de los diferentes niveles de organización a partir de la cual es posible identificar las características, relaciones y procesos que se establecen entre componentes ambientales, así como el papel y grado de influencia que tiene cada uno de ellos dentro de la configuración y dinámica funcional del SAR y área de estudio, destacándose los aspectos que se analizan en cada nivel de referencia, es que se presenta el siguiente esquema de escalas (ver la figura IV.2).

De esta manera, se consideró relevante establecer un *Área de Referencia*; es decir, un área con mayor amplitud que el área propuesta para el proyecto y el SAR, cuya superficie es de 10,039.22 ha, y nos permitirá analizar los procesos de escala regional, sin que ello implique que sea el área de estudio, la cual se expone más adelante.

A escala del Área de Referencia, la principal unidad de análisis es el Sistema Lagunar de Nichupté. El principal argumento por el cual se incluye esta Área de Referencia es porque

las condiciones ambientales actuales del SAR responde de forma directa al crecimiento urbano turístico que se ha presentado a lo largo de la barra de Nichupté. Así mismo, el Área de Referencia sirve de base para entender el proceso hidrodinámico lagunar de Nichupté (Ver la siguiente figura).

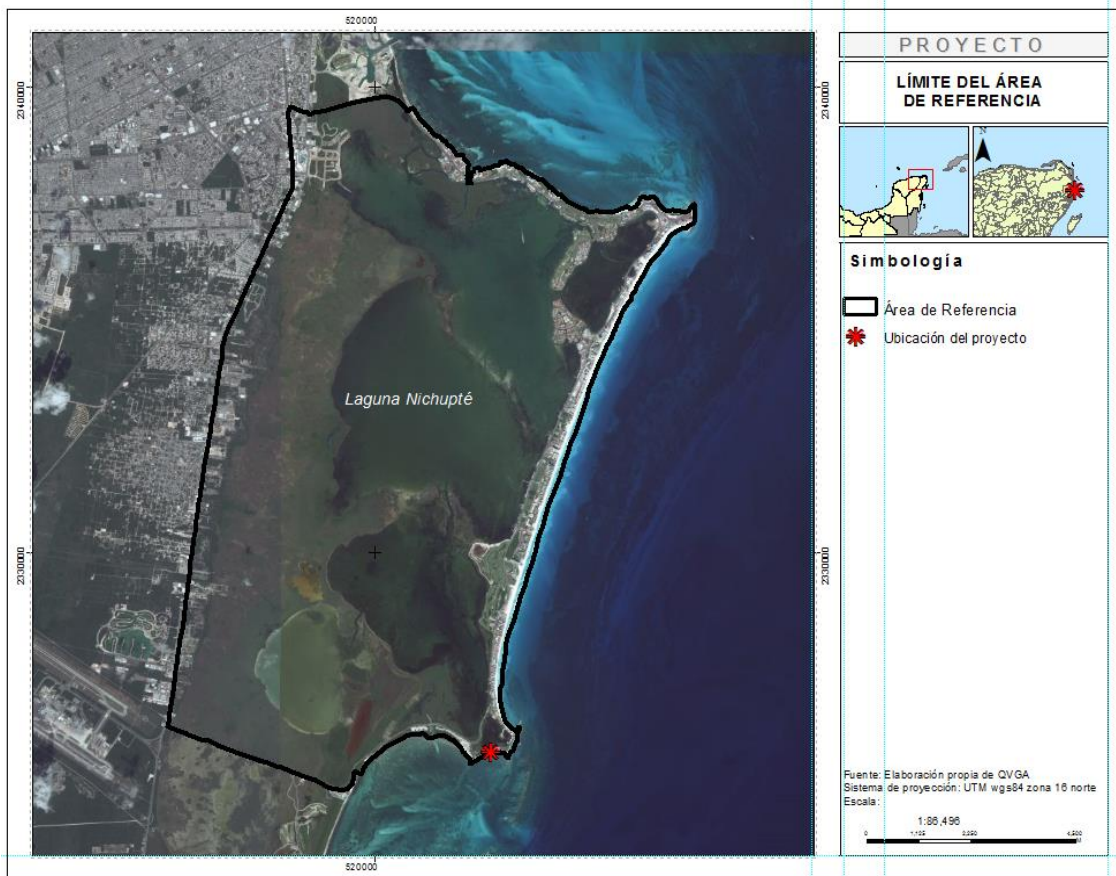


Figura IV. 1. Área de Referencia del proyecto.

En una segunda escala de estudio se encuentra el límite del SAR, el cual constituye la principal unidad de análisis cuyos componentes al interior del sistema mantienen una cierta homogeneidad en el paisaje. Los criterios de delimitación del SAR se definen en el siguiente apartado.

Finalmente, en una tercera escala de estudio se presenta el área de desarrollo del proyecto, para el cual se consideran dos polígonos, denominados A y B, pero éste último

representa un área ya modificada por la infraestructura existente por lo que carece de elementos naturales (ver capítulo II del presente DTU); sin embargo, y para fines prácticos, a lo largo del presente documento solo se hará referencia al *polígono del proyecto*.

En esta escala de análisis se hace énfasis en los componentes y procesos críticos por la naturaleza del proyecto, tales como la hidrología subterránea, el suelo y los componentes bióticos presentes.



Figura IV. 2. Niveles de análisis.

IV.3. Delimitación del Sistema Ambiental Regional donde pretende establecerse el proyecto.

De acuerdo con la ubicación geográfica del polígono del proyecto, este se localiza en la porción noreste del estado de Quintana Roo, en la Península de Yucatán, por lo que se encuentra en la Región Hidrológica RH-32 Yucatán Norte que tiene una superficie de 56.443 km², y cubre la mayor parte del estado de Quintana Roo, Campeche y Yucatán.

El origen geológico de la plataforma de Yucatán define actualmente un relieve plano, casi ausente de elevaciones y con una composición geológica de carbonatos. Esta última característica es la que determina que el proceso de infiltración, en la Península de Yucatán, sea el dominante, y por ende que haya una ausencia de ríos superficiales.

Si bien el polígono del proyecto forma parte de una gran región hidrológica, ésta no es representativa para evidenciar la estructura y funcionamiento del ecosistema. En este sentido y considerando que en el área del proyecto se carece de límites hidrológicos bien definidos, los criterios seleccionados para delimitar el SAR y Área de estudio fueron los límites de las unidades naturales, de carácter natural y antrópicos, que persisten en la región.

En una primera aproximación, se identificó que al interior del sistema Lagunar de Nichupté, es posible reconocer tres zonas de circulación de las corrientes litorales motivadas por las mareas y por la generación de los vientos. De acuerdo con los modelos de circulación por marea y por viento, indican que son los vientos los que generan una mayor intensidad en la velocidad de las corrientes, esto ocurre principalmente en la laguna de Nichupté norte y de Bojorquez, a diferencia de las lagunas Nichupté Sur, Laguna del Inglés y de la laguna La Caleta, también llamada Caletilla (ver las siguientes figuras).

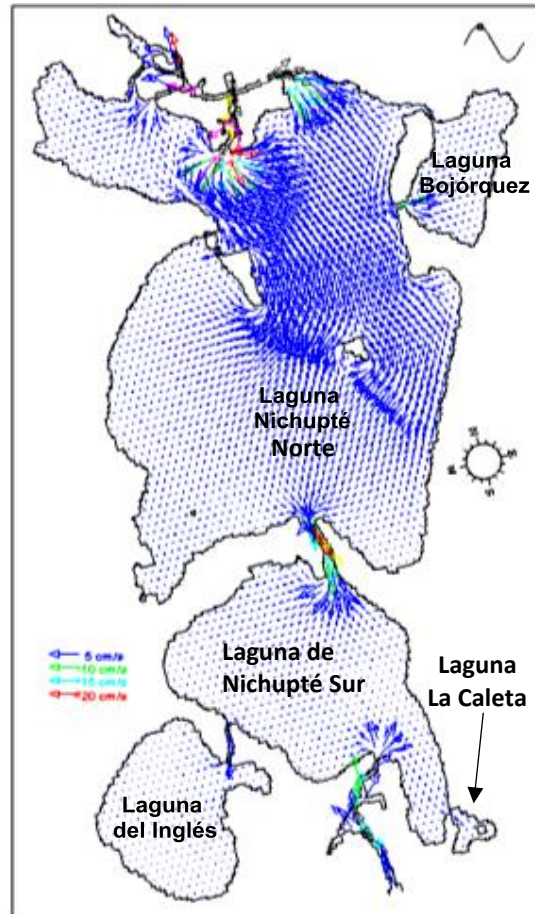


Figura IV. 3. Modelo de circulación por marea.

Fuente: Carbajal, 2007.

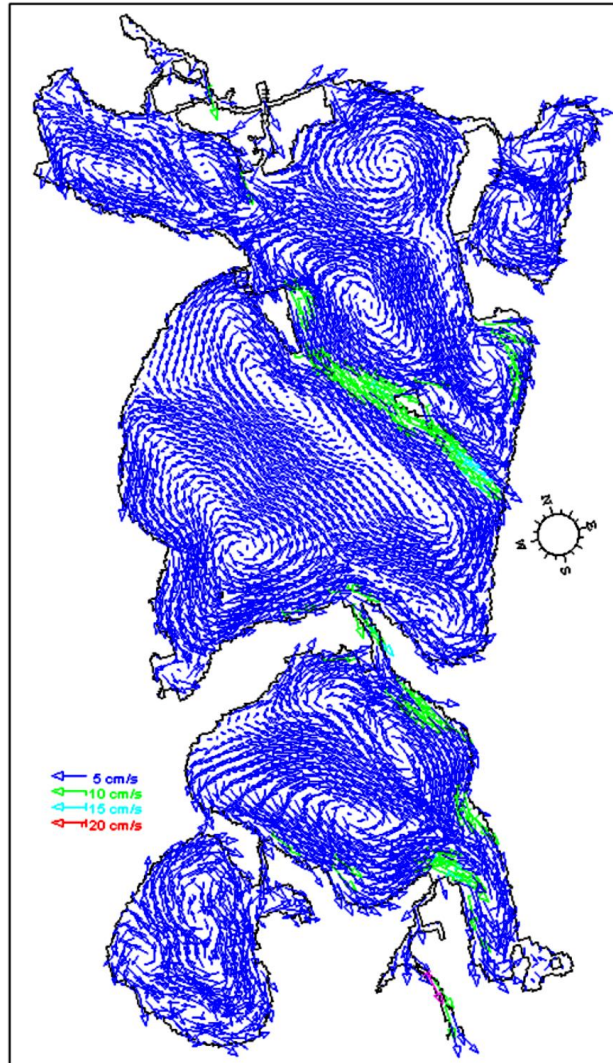


Figura IV. 4. Circulación producida por vientos provenientes del noroeste y norte.

(Imagen tomada de Carbajal, 2007).

Tal y como puede observarse, aun cuando el viento es el principal mecanismo generador de la circulación de las corrientes al interior del sistema lagunar de Nichupté, en el caso específico de la laguna La Caleta el viento no ejerce una gran influencia sobre la laguna, lo que indica que aun cuando sí existe un intercambio del agua entre la laguna de Nichupté y la laguna la Caleta, esta es muy incipiente. La barra litoral por donde cruza la avenida de Kukulcan representa una barrera que impide un mayor intercambio del agua hacia el interior de la laguna, por lo que esta barra representa un límite en términos hidrodinámicos (ver la siguiente figura).



Figura IV. 5. Laguna la Caleta.

Ahora bien otro límite natural es el canal de Nizuc, que es el medio de salida de las corrientes con dirección noreste, y de ingreso de las corrientes litorales provenientes del sursuroeste.

Ahora bien, con respecto a las actividades turísticas que se desarrollan a lo largo de la barra litoral, también existe una diferenciación en las formas de crecimiento del desarrollo turístico, de tal forma que la densidad y la altura de la infraestructura turística marca una cierta diferenciación del paisaje turístico (ver siguiente figura).



Figura IV. 6. Límite por la diferenciación en el paisaje.

A partir de lo anterior, es que se establecieron los siguientes límites naturales y antrópicos para la delimitación del SAR y área de estudio:

Límites naturales:

Canal Nizuc, barra Kukulcan y límite litoral que corre de Punta Nizuc hasta la zona hotelera de Club Med.

Límites antrópicos:

El límite por la diferenciación en el paisaje según la densidad y altura de las construcción existentes.

En la siguiente figura se muestra el límite del SAR establecido con base a los criterios antes expuestos.

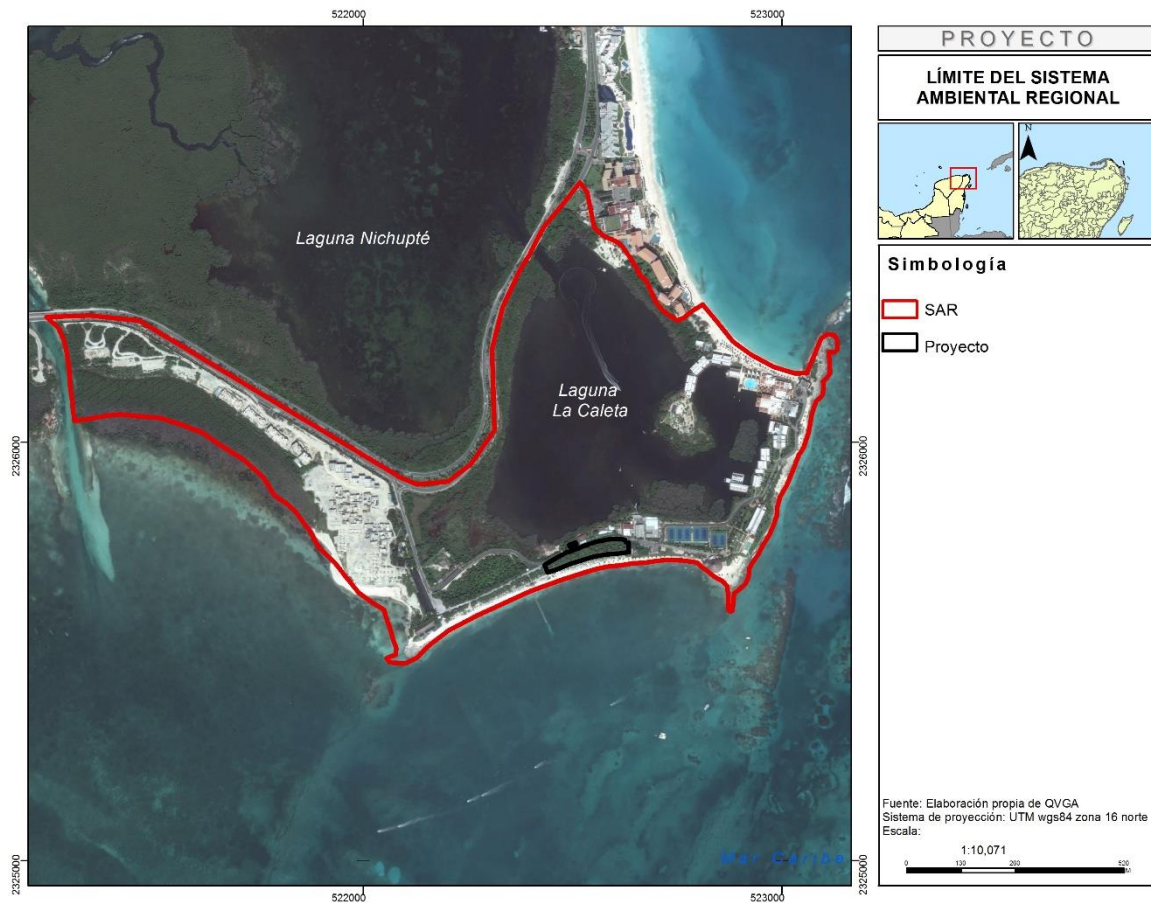


Figura IV. 7. Límite del Sistema Ambiental Regional.

Finalmente, el DTU sugiere establecer un límite para el SAR y otro límite para el área de estudio con base a la cuenca hidrológica forestal; sin embargo, como ya se ha explicado en los párrafos anteriores, ante la inexistencia de la hidrología superficial es que los criterios fueron con base a límites naturales y antrópicos. En este sentido **el límite del SAR y el límite del área de estudio es el mismo**, por lo que para fines prácticos en el resto del documento solo se hará mención del SAR, sabiendo que el área de estudio comparte los mismos límites del SAR.

Un avez expuesto lo anterior cabe indicar que la superficie del SAR es de 77.65 hectáreas.

IV.4. Medio abiótico

IV.4.1. Clima

En el SAR se presenta un régimen climático del tipo cálido subhúmedo, con influencia de factores locales como son la constante brisa marina y la elevada humedad atmosférica, por su colindancia con las aguas del Mar Caribe, así como por la reducida elevación sobre el nivel del mar y la ausencia de prominencias orográficas, que pudieran detener las corrientes de aire húmedo. La temperatura anual media oscila alrededor de 27°C y las temperaturas medias extremas en 19 °C (mínima) y 35.2°C (máxima), manifestándose el subtipo climático Aw 0 (x') cálido subhúmedo, el más seco de los cálidos subhúmedos. La variación de la temperatura media mensual entre el mes más frío y el mes más caliente es menor a 5°C, por lo que se considera isotermal con lluvias en verano (SEMARNAT, 2011).

En cuanto a la precipitación, se presenta un régimen de lluvias en verano, la época de lluvias comprende los meses de mayo a octubre con precipitaciones en forma de aguaceros, mientras que la temporada de sequía con lluvias ocasionales y aisladas se presenta de marzo a abril y los nortes con lloviznas de tipo pertinaz por lo general de noviembre a febrero. La precipitación media anual es de 1,334.6 mm con registros en las variaciones desde 1,032 mm (1996) hasta 1,955.3 mm (1998).

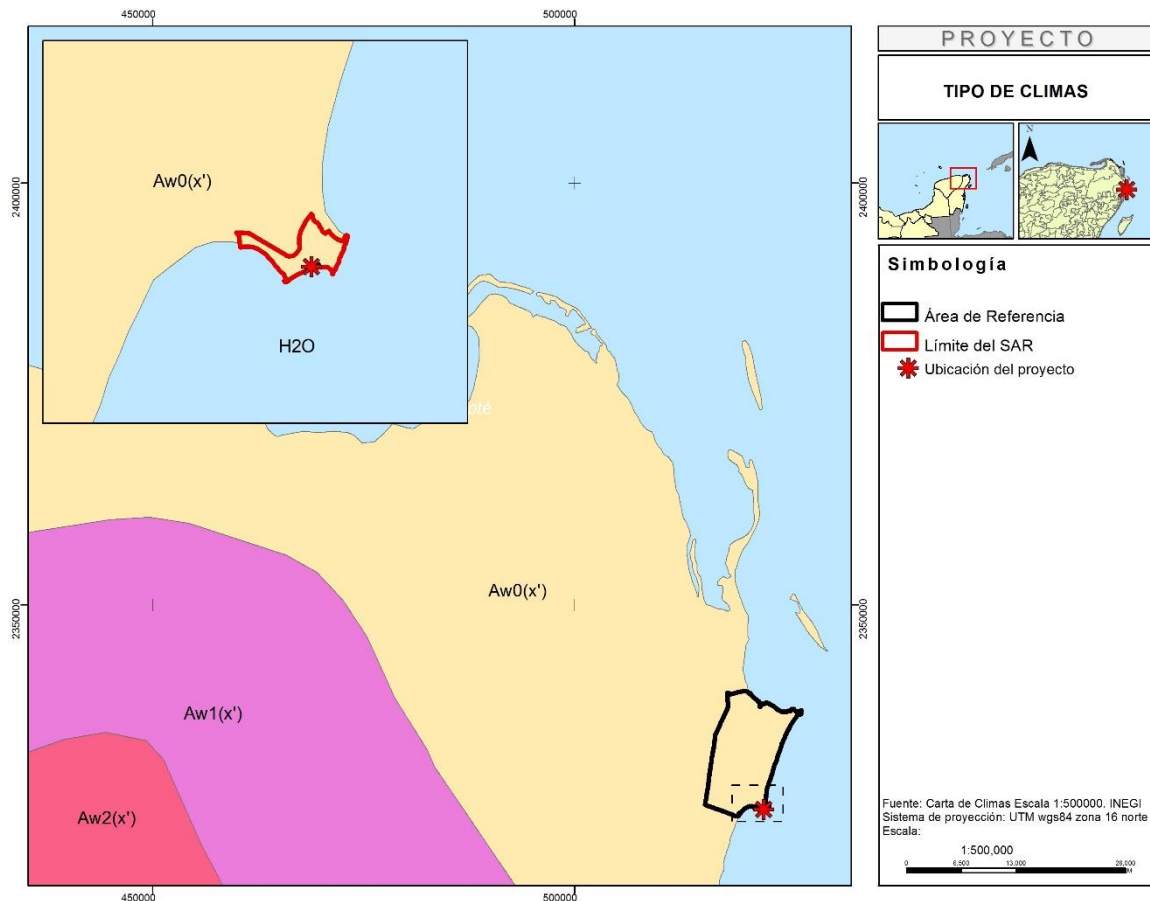
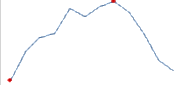
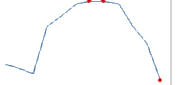


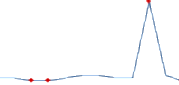


Figura IV. 8. Tipos de climas presentes a nivel SAR y el polígono del proyecto.

La normal climatológica fue obtenida de la estación más cercana al SAR y polígono de proyecto (estación climatológica automática 23155 *Cancún*), ubicada en el municipio de Benito Juárez (a 9 msnm), y partir de los datos registrados en ésta se elaboró la siguiente tabla, que muestra los datos recabados durante un período de 49 años (1951-2010).

Los datos indican un clima cálido con valores por encima de los 30° C, cuyos valores máximos han oscilado bajo este período de mayo a septiembre; mientras que las mayores precipitaciones se han presentado en los meses de junio a octubre, en verano y otoño, siendo octubre el mes que registra el máximo de precipitación, entre los meses de diciembre y abril se presentan la menor precipitación, no obstante los niveles de precipitación hace que el invierno sea húmedo.

Tabla IV. 1. Normal climatológica para el SAR y polígono del proyecto. TMM= Temperatura Máxima Mensual; TmM= Temperatura mínima Mensual; PMM= Precipitación Máxima Mensual; EVA= Evaporación; TE= Tormenta Eléctrica. Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

Variable	TMM	TmM	PMM	EVA	TE
Unidad de medida	(°C)	(°C)	(mm)	(mm)	(Día9)
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
Gráficos climáticos con los valores más altos y bajos					
PROMEDIO	34,39	20,46	363,15	123,25	0,2

IV.4.1.1. Temperatura

La temperatura media histórica (1988-2013) para la ciudad de Cancún (ubicada dentro del Área de referencia) ha presentado una tendencia cambiante a lo largo del tiempo, registrando un valor promedio mínimo de 25.7°C en 2010, máximo de 28.1°C en 2001 y un promedio general de 27.1°C. Analizando dichas temperaturas promedio es notable que históricamente en Cancún el mes más caliente sea agosto con 29.6 °C y el mes más frío enero con 24.1 °C (ver siguiente figura).

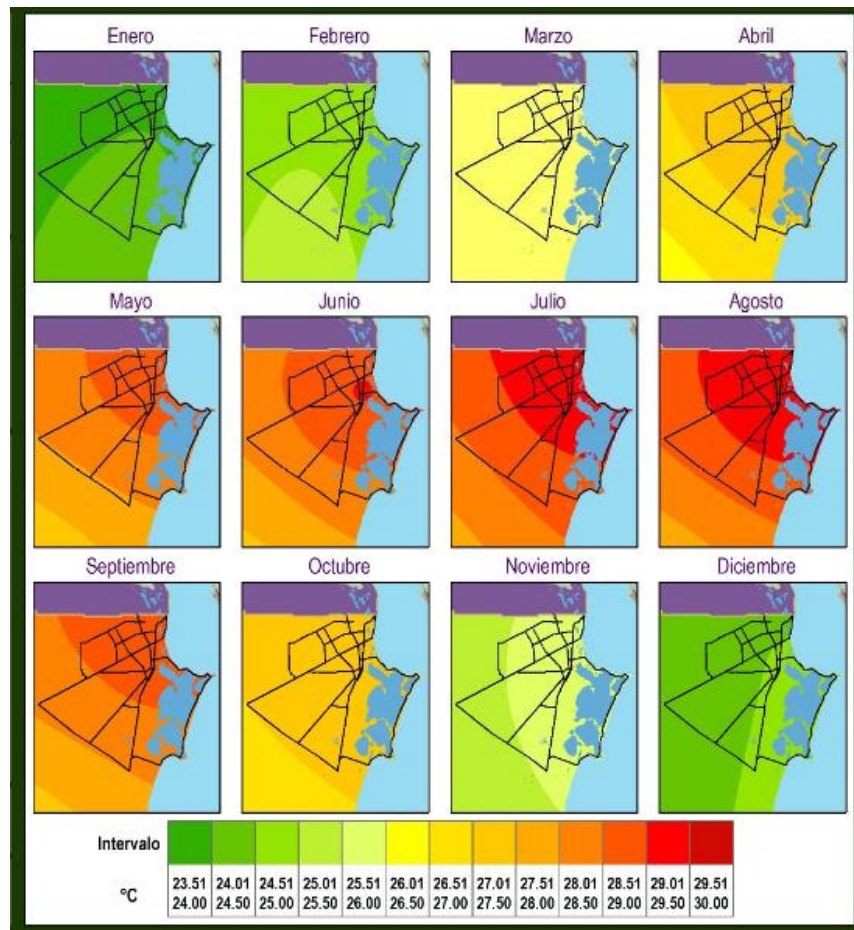


Figura IV. 9. Temperatura media obtenida por interpolación geoestadística de las estaciones Cancún, Central Vallarta, Kantunilkin, Leona Vicario, Solferino, Victoria, Ideal, Playa del Carmen y Chan Cenote (incluidas dentro del Área de referencia) .

(Estrada, H et al., 2014).

IV.4.1.2. Precipitación

En cuanto a la precipitación mensual se tiene que históricamente (1988-2013) abril es el mes que menos llueve y octubre cuando frecuentemente se registra mayor precipitación en la ciudad de Cancún. Observando la siguiente figura de precipitación media histórica del periodo 1991-2013, coincide abril como el mes en que se registran valores más bajos de precipitación, pero también se encuentra marzo, así mismo durante junio, septiembre y octubre se registran las precipitaciones medias más abundantes y durante el resto del año se muestran valores medios de precipitación en la ciudad de Cancún. En ocho meses

del año llueve 100 mm o menos al mes, y solo en junio, septiembre, octubre y noviembre llueve por encima de los 100 mm en promedio (Estrada, H *et al.*, 2014).

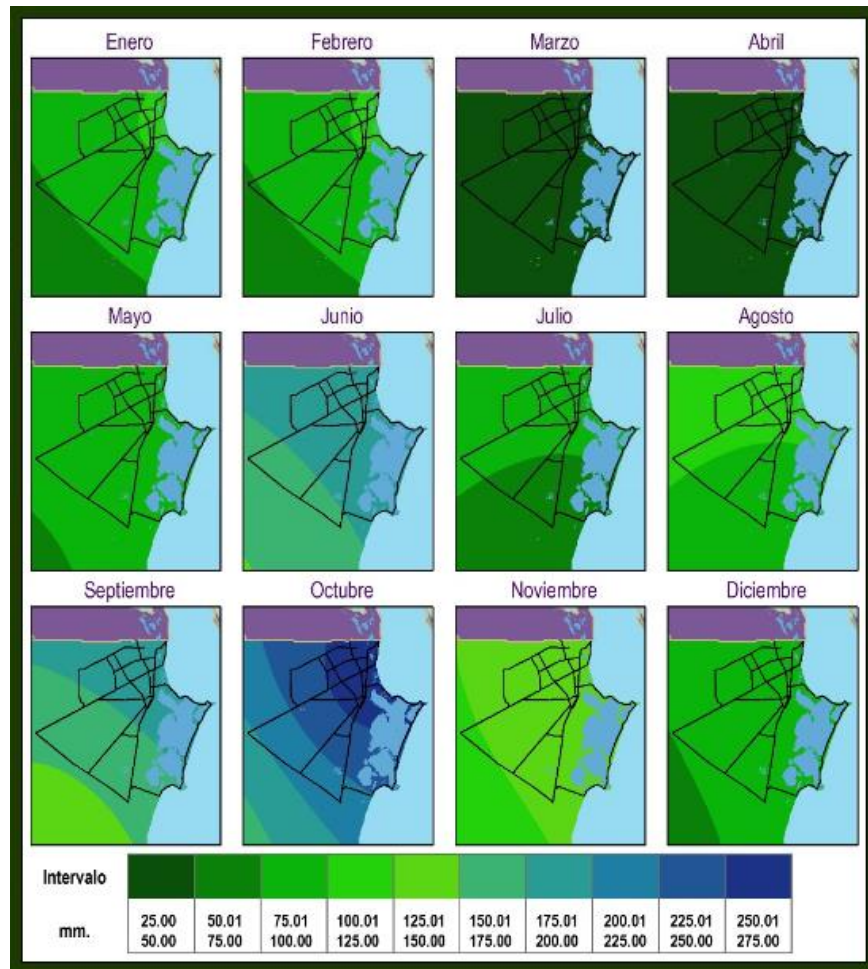


Figura IV. 10. Precipitación media obtenida por interpolación geostatística de las estaciones Cancún, Central Vallarta, Kantunilkin, Leona Vicario, Solferino, Victoria, Ideal, Playa del Carmen y Chan Cenote. (Estrada, H *et al.*, 2014).

IV.4.1.3. Evaporación

Los valores promedio anuales de evaporación oscilan entre un valor máximo de 136 mm registrado en el año 2010 y un valor mínimo de 90.6 mm para el año 2005. La curva de valores mínimos promedios registra una evaporación mínima de 36.6 mm y la curva de máximos un valor máximo de 221.1 mm, con una diferencia promedio aproximada de 100 mm entre los valores mínimos y máximos.

La tendencia de la evaporación muestra un aumento en los meses calurosos, sin embargo registra un pequeño descenso en el mes de junio, mayo es el mes que registra la mayor evaporación con 162.4 mm en promedio, y diciembre es el mes con la menor evaporación con un valor promedio de 70.6 mm (Estrada, H *et al.*, 2014).

De acuerdo con los datos históricos obtenidos, podemos observar que las variables climáticas analizadas tienen una tendencia a aumentar y alcanzar los puntos más altos de abril a octubre. Por lo que se pueden inferir que el SAR y el polígono del proyecto se sitúan en una región donde las variables climáticas cambian en la mayor parte del año principalmente durante siete meses en promedio.

IV.4.2. Meteorología

IV.4.2.1. Vientos

En el transcurso del año existen variaciones en dirección y velocidad en los vientos, debido a la influencia de las corrientes descendentes subtropicales que emigran en las zonas de alta presión hacia las zonas de baja presión ecuatorial, predominando durante todo el año los vientos alisios. En los meses del año (enero - mayo), los vientos provienen de una dirección este a sureste con una velocidad promedio de 3.2 m/seg a la que denominamos vientos dominantes. De junio a septiembre, los vientos circulan dirección este a oeste, con una velocidad promedio de 3.5 m/seg. Los meses noviembre a diciembre, la dirección del viento cambia hacia el Norte y presenta velocidades de 2 m/seg, lo que coincide con el inicio de la temporada de “Nortes” (SEMARNAT, 2011).

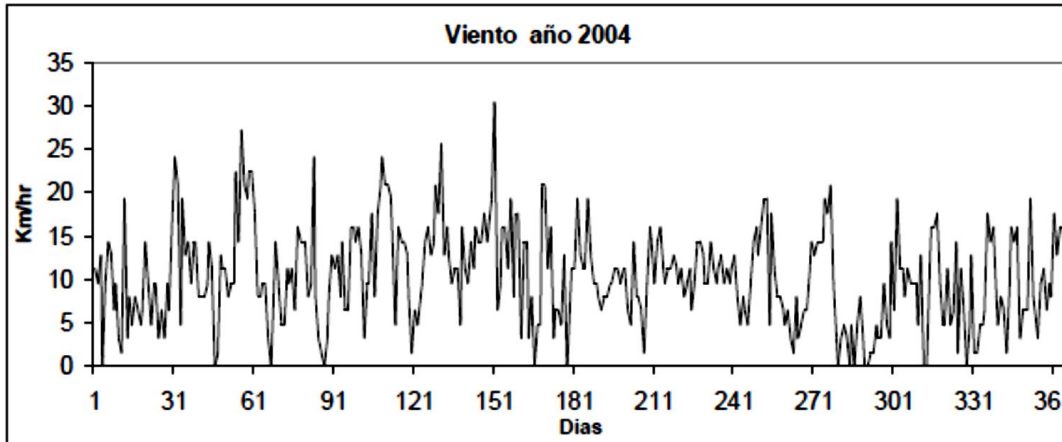


Figura IV. 11. Intensidad del viento en km/h en la zona de Cancún, Quintana Roo durante un año.

(Imagen tomada de Carbajal, 2006).

Los vientos provienen con mayor frecuencia de la dirección 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 región (ver siguiente figura) (Carbajal, 2006).

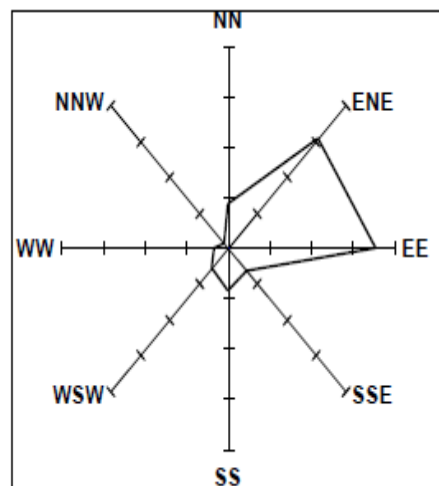


Figura IV. 12. Rosa de vientos en Cancún, Quintana Roo.

(Imagen tomada de Carbajal, 2007).

IV.4.3. Riesgos hidrometeorológicos

El SAR y polígono de proyecto al localizarse en la zona litoral y ser uno de los ambientes más dinámicos y complejos que se tienen en nuestro planeta, donde se conjugan factores geológicos, oceanográficos, biológicos, meteorológicos y antropogénicos, se ve afectada actualmente ante el cambio climático debido al aumento del nivel medio del mar y al incremento en la frecuencia e intensidad de fenómenos hidrometeorológicos extremos. Lo anterior conlleva diferentes amenazas como son la erosión costera, las inundaciones causadas por marea de tormenta y por el desbordamiento de ríos durante lluvias extremas, entre otros.

De acuerdo al CENAPRED el riesgo de un desastre está dado en función de tres componentes 1) Peligro, que es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente dañino 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) Exposición, Cantidad de personas, bienes, valores, infraestructura, y sistemas que son susceptibles a ser dañados o perdidos [\$ o vidas], 3) Vulnerabilidad; Susceptibilidad o propensión de los sistemas expuestos a ser afectados [0 a 1] (Quass, 2010). En los siguientes apartados se describe el riesgo al que está expuesto el SAR y polígono del proyecto ante diferentes fenómenos naturales.

IV.4.3.1. Inundaciones

Con la finalidad de estimar el riesgo de inundación en la zona del proyecto se utilizaron los datos del SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) de la NASA; para obtener el microrelieve diferenciándose así tres cuencas (ver siguiente figura), esto es importante porque permite diferenciar el agua que puede escurrir o acumularse en el predio no solo es producto del área del polígono del terreno, sino que puede provenir de las zonas altas aguas arriba y al final aportaran un volumen de agua hacia el predio.

Se observa que el polígono de estudio se encuentra en el parteaguas regional de las 3 cuencas regionales identificadas.



CUENCA	A (KM2)	PEND (%)	LONG (KM)	TIEMPO CONCENTRACION MIN			
				KIRPICH	TEMEZ	PROMEDIO	HRS
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.

El comportamiento de cuencas cerradas sugiere que no se forman escurrimientos como ríos arroyos además de la poca energía de relieve que se presenta en la zona de estudio, pero si zonas de inundación o encharcamientos; estos ubicados en la laguna.

Otro de los factores aparte del relieve que se ve involucrado en la determinación de zona inundable es la capacidad de campo del suelo, entendida esta última como “el contenido de humedad que queda retenido en el suelo contra la fuerza 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 está disponible para ser transpirada por las plantas en la zona de raíces, o para ser evaporada por la energía solar sobre la superficie del terreno.”

Dicho lo anterior significa que del 8.5 al 12% de infiltración posible un porcentaje quedara atrapado en la zona superficial y puede ser evapotranspirado. Es posible que del porcentaje de infiltración calculado, menos del 10% del volumen de infiltración generen una posible recarga al acuífero regional, ya que la calcarenita tiene un espesor de hasta 15 m y conforma un acuitardo colgado.

IV.4.3.2. Ciclones tropicales

De acuerdo con el IPCC (Pánel Intergubernamental de Cambio Climático) los ciclones tropicales aumentaran de intensidad de los vientos y la precipitación. Las proyecciones para zona caribe y Golfo de México mencionan que la intensidad de huracanes aumentara por un aumento de la temperatura oceánica y atmosférica.

Quintana Roo y Baja California Sur son los estados costeros que históricamente han sido afectados por un mayor número de ciclones. De acuerdo con los informes reportados por SEMARNAT 2012, los impactos de huracanes de mayor intensidad han aumentado en las últimas décadas, ya que durante el periodo de 1970 al 2009 se reportó un incremento en la ocurrencia de huracanes categoría 1 o mayor, especialmente en los de categoría 3, 4 y 5 en el Golfo de México y el Mar Caribe (ver siguiente figura).

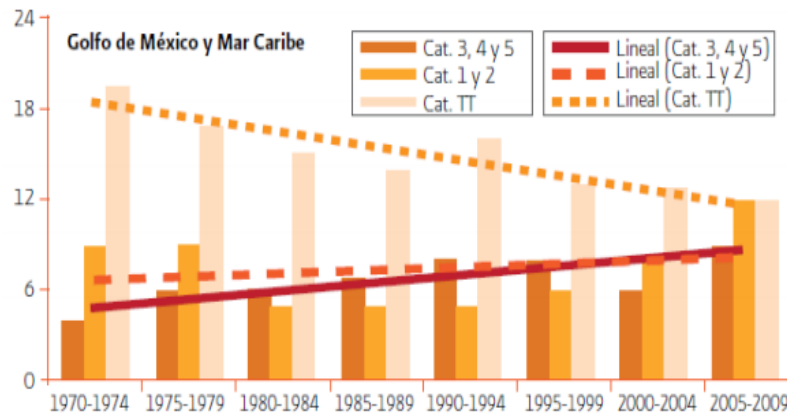


Figura IV. 14. Actividad ciclónica por categorías durante el período 1970-2009.

(SEMARNAT, 2012).

La influencia de los ciclones tropicales se presenta en verano y otoño y, en invierno la de los nortes.

De esta manera la zona donde se ubica el SAR y polígono del proyecto, se encuentra en la región más susceptibles a los efectos de eventos meteorológicos de tipo ciclónico que se generan en las zonas matrices del Caribe Oriental y del Atlántico (ver la siguiente figura).

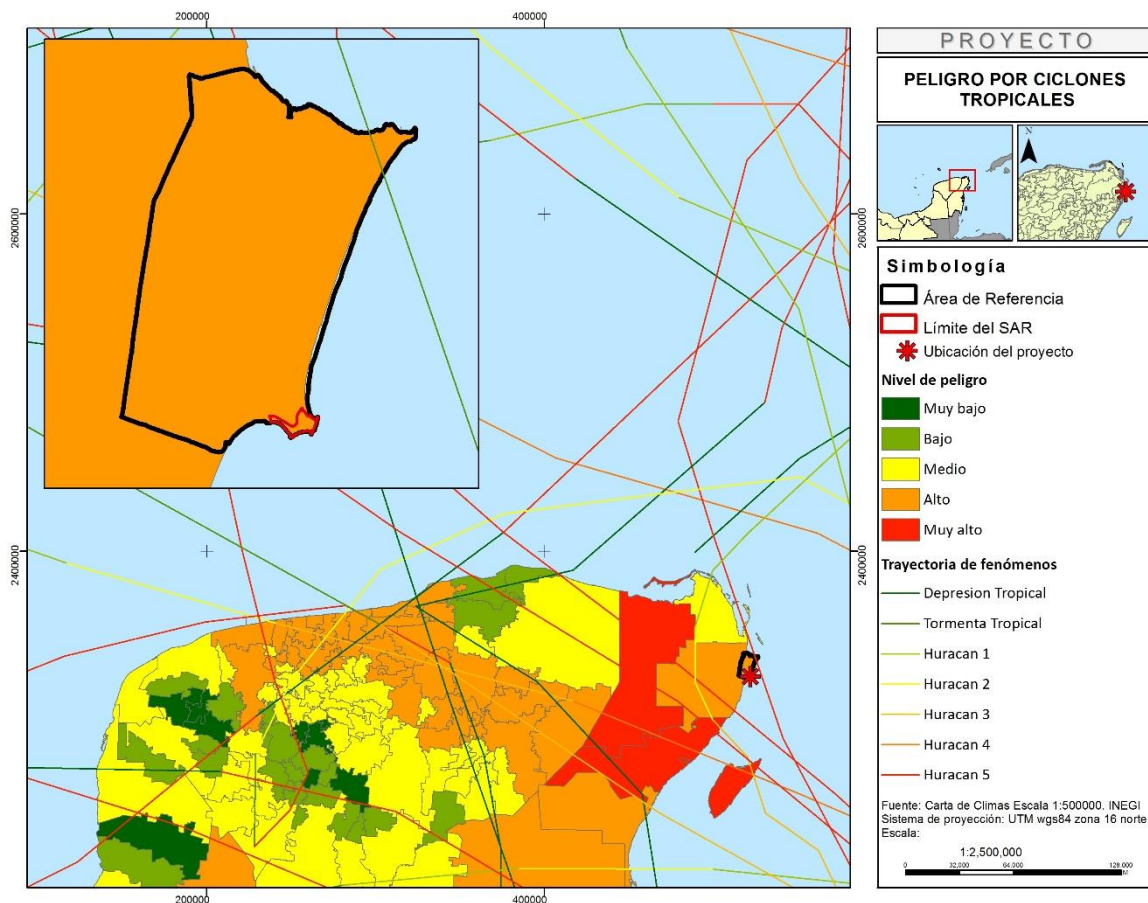


Figura IV. 15. Riesgo por presencia de ciclones tropicales.
 Elaboración propia a partir del Atlas Nacional de Riesgos.

El intemperismo presente puede llegar a presentar vientos superiores a los 300 km/h y alcanzar la categoría 5 en la escala Saffir-Simpson, el intemperismo de menor intensidad en la región se restringen a los denominados “nortes” que como se mencionó anteriormente 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 disminución de la temperatura hasta 10° C, su efecto en los ambientes naturales es reducido y no generan alteraciones importantes en el entorno (CONANP, 2008).

Algunos reportes de alto impacto como el huracán Wilma en 2005 (ver siguiente figura) produciendo daños a las playas, colapso de líneas de conducción y transmisión, edificaciones hoteleras y viviendas, así como pérdida de arena en las playas reduciendo el

ancho y quedando al descubierto el estrato rocoso en algunas isla barrera en Cancún (Guido, P *et al.*, 2009) .

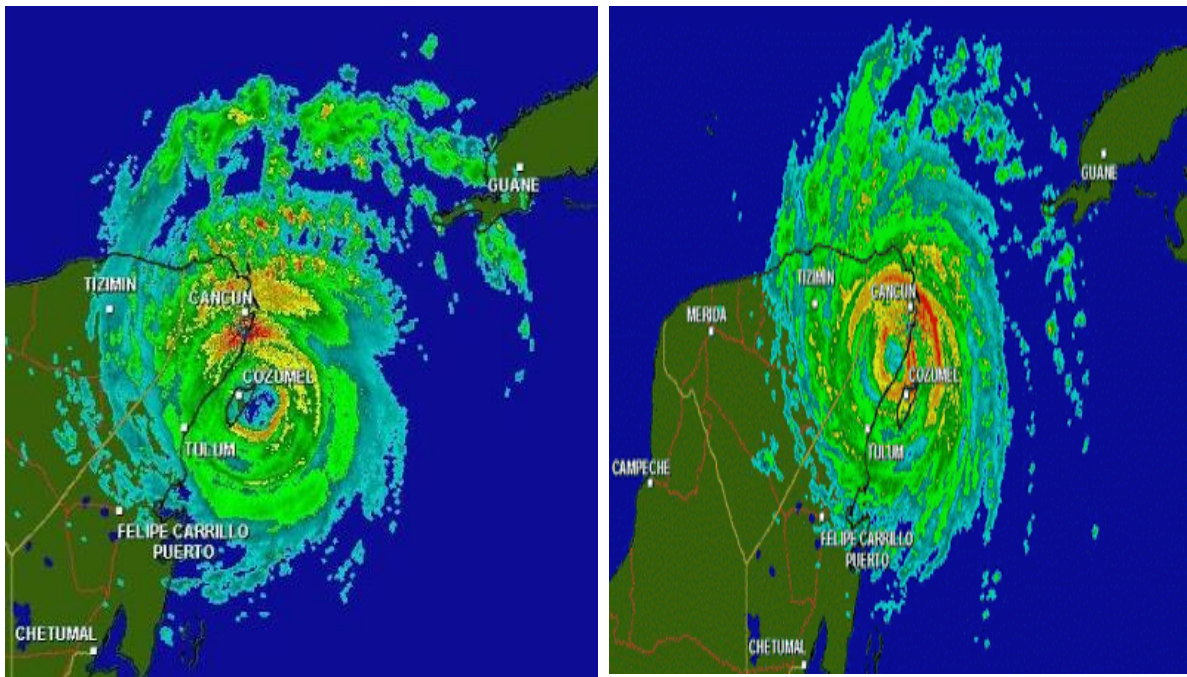


Figura IV. 16. Imagen de radar del Huracán Wilma en el sitio de impacto y entrando a tierra en la península de Yucatán. (Tomado de smn.cna.gob.mx).

En la siguiente figura se pueden ver los ciclones tropicales que han tenido una trayectoria cercana al SAR y el polígono del proyecto en un radio de 50 km; estos datos históricos muestran los fenómenos 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 también huracanes de hasta categoría 5 en escala Saffir-Simpson.

De esta manera se puede concluir que este fenómeno influye en el SAR y polígono del proyecto, por lo que la conservación de barreras naturales como afloramientos rocosos y vegetación son de suma importancia para la protección de ecosistemas contra este fenómeno meteorológico. Por lo tanto se requiere considerar los escenarios por efecto de cambio climático o variabilidad climática (esto se describe más adelante dentro del apartado de evolución de la línea de costa considerando el efecto de cambio climático).

IV.4.4. Hidrología

IV.4.4.1. Hidrología Superficial

Tanto el SAR como el polígono del proyecto se ubican en la Región Hidrológica RH32 “Yucatán Norte”, cuenca 32A Quintana Roo, que se caracteriza por tener una extensión de 58, 135 km², con una precipitación normal (considerando el período 1971-2000) de 1, 091 mm, con rangos de escurrimientos de 0 a 5%, (ver siguiente figura), excepto en la franja costera que tienen escurrimientos desde 5 hasta 10% ó 10 a 20% debido a la presencia de materiales tipo arenoso y limoso (INEGI, 2002).

Debido a sus características kárticas del terreno y al relieve ligeramente plano se presentan suelos con alta permeabilidad, no se exhiben flujos superficiales permanentes, la porción del agua pluvial que no se pierde por evapotranspiración, se infiltra al suelo, produciendo saturación de las capas superficiales y por consiguiente incorporación al acuífero subterráneo.

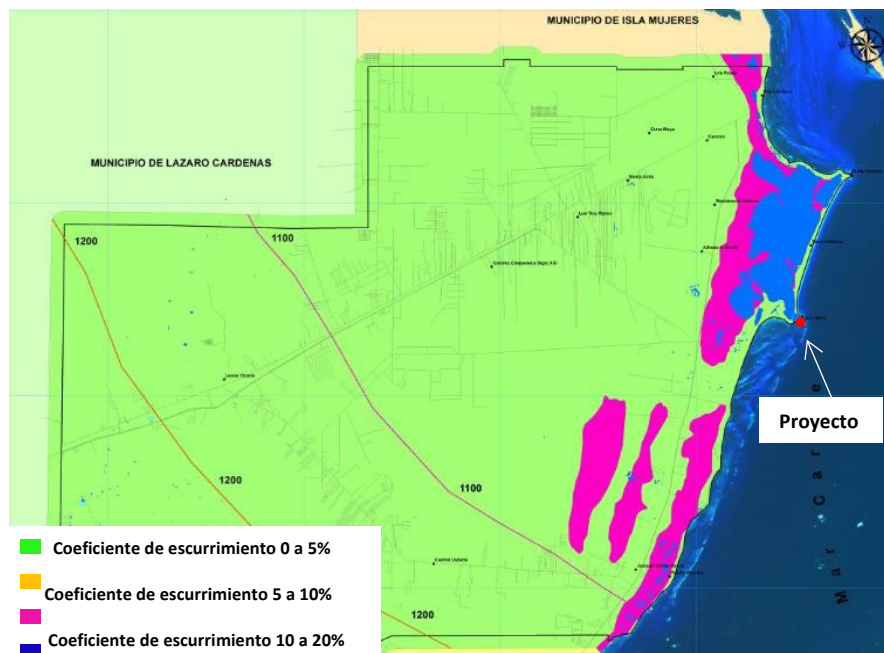


Figura IV. 17. Coeficientes de escurrimiento superficial en el SAR. (Fuente SEMARNAT, 2011).

Como se puede observar en la figura anterior el escurrimiento dentro de SAR y polígono de proyecto es de 0 a 5 %.

Por último, y considerando que la hidrodinámica superficial es principalmente de tipo laminar, la existencia del Boulevard Kukulcán genera un efecto de dique para el movimiento suroeste-noreste que es generado por la pendiente del terreno. Esta interrupción del flujo superficial debido a lo insuficiente de las alcantarillas genera un cambio en las condiciones del terreno, siendo visible que la inundación perdura más tiempo en la zona que se encuentra al sur del Boulevard Kukulcán.

a) Hidrodinámica en el Sistema Lagunar Nichupté

El Sistema lagunar Nichupté (SLN) está formado por siete cuerpos de agua que en conjunto abarcan 12 km de ancho y 21 km de largo. Es un cuerpo de agua que se encuentra permanentemente inundado, está separado del Mar Caribe por una barrera de arena.

El SLN consta de un cuerpo de agua principal, dividido por bancos de arena en tres cuencas principales comunicadas con algunas lagunas pequeñas mediante canales angostos. Todo el sistema se comunica con mar abierto por las entradas Cancún y Nizuc, y tiene aportes de agua dulce a través de surgencias provenientes sobre todo de la parte occidental.

El banco de arena denominado Norte separa la Cuenca Central de la Norte, mientras que el banco de arena Zeta separa la cuenca Sur de la central. En sus extremos el SLN cuenta con dos puntas, en el Norte Punta Cancún, donde se localiza la Laguna Bojórquez y en el Sur, Punta Nizuc, donde está La Caleta Mediterránea (ubicación del SAR). En la parte occidental de la Cuenca Central se ubica una pequeña laguna llamada Somosaya, mientras que la laguna río Ingles está ubicada en el extremo Sur y se comunica con la cuenca Sur mediante un estrecho canal. El SLN tiene dos entradas de agua de mar.

El complejo lagunar de Nichupté-Bojórquez es bastante somero con profundidades variando entre 0.3 m y 5.0 m de profundidad (ver la siguiente figura). Las profundidades máximas se encuentran en el centro de las cuencas, excepto en la Laguna Bojórquez donde los canales han sido dragados al igual que las entradas o canales de Cancún y Nizuc, con el objeto de permitir la navegación. Destacando la profundidad del canal de Nizuc alrededor de 3 m y 20 a 30 m de ancho y el canal de Cancún alrededor de 4 m y ancho de 30 y 40 m.

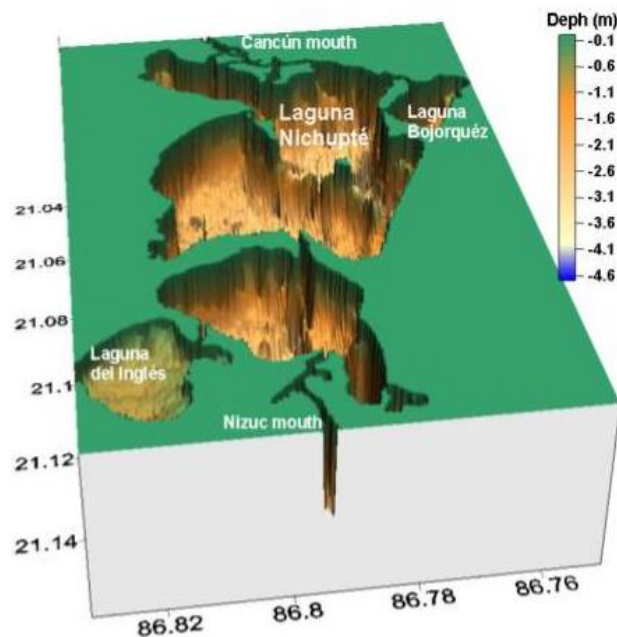


Figura IV. 18. Profundidades del sistema lagunar. (Carbajal, 2007).

El SLN es un sistema de baja energía en el que ocurre poco intercambio de agua con el mar abierto, siendo el rango de marea muy pequeño (<16 cm), traduciéndose en 3 cm dentro del SLN (Merino *et al.*, 1990). En cuanto los aportes de agua dulce, si bien no recibe de río, la cantidad de agua subterránea localizada en occidente es elevada.

La circulación dentro de la laguna fue evaluada con mayor detalle en el informe presentado por la CONABIO que elabora Carbajal (2007), se analizó la circulación de las corrientes al interior del sistema lagunar mediante la implementación de modelos

numéricos. Las características de la hidrodinámica de acuerdo a este análisis fue la siguiente:

Circulación hidrodinámica inducida por marea

La laguna de Bojórquez tiene poca capacidad de intercambio de aguas por la acción de mareas. La laguna del Inglés no tiene efectos por las mareas. La influencia de las mareas se presenta en la parte norte y central principalmente de la laguna de Nichupté, sobre todo en las zonas donde se generan abanicos (al salir el agua de los canales). La acción de la marea por el canal de Punta Nizuc no afecta la parte sur de la laguna de Nichupté, por lo tanto la influencia hacia la laguna La Caleta donde se localiza el SAR es poca. La zona somera en la parte central de Nichupté atenúa la capacidad de propagación de la marea en el complejo lagunar como se muestra en las siguientes dos figuras.

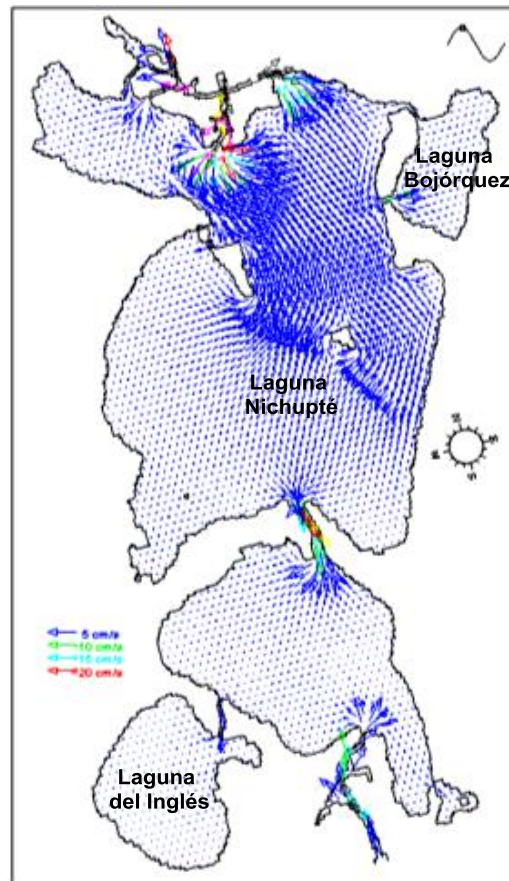


Figura IV. 19. Circulación por marea durante el periodo de flujo (bajamar a pleamar).

(Imagen tomada de Carbajal, 2007).

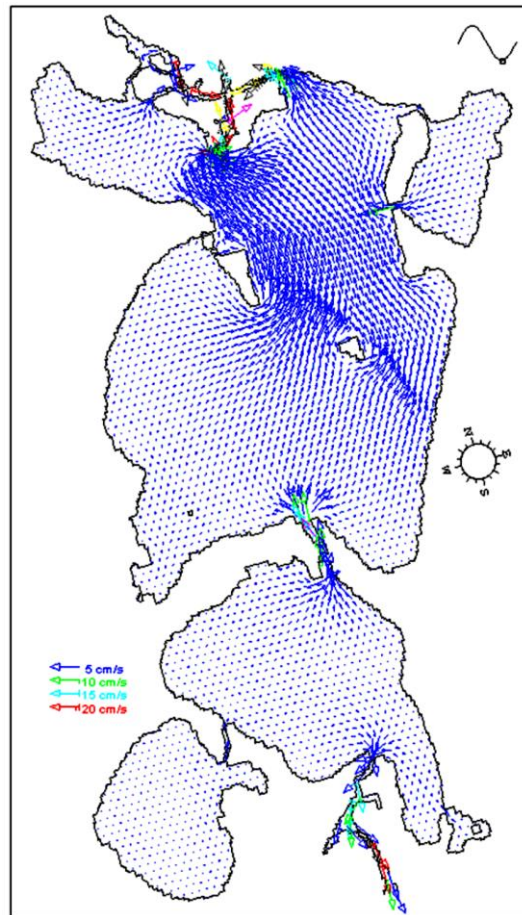


Figura IV. 20. Circulación por marea durante el periodo de reflujo (transición de pleamar a bajamar).

(Imagen tomada de Carbajal, 2007).

A pesar de las dimensiones relativamente pequeñas en las bocas Cancún y Punta Nizuc, las velocidades en los canales y en los abanicos alcanzan valores de hasta 0.20 m/s. La zona de acción de las mareas abarca la zona de los canales y buena parte de la laguna de Nichupté. La barra somera que divide a la laguna de Nichupté, prácticamente en dos cuerpos de agua, limita la dinámica 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.

Circulación hidrodinámica inducida por viento

Otro de los factores que influye sobre la circulación dentro de la laguna es la intensidad de vientos o bien la dirección de los mismos. 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, esta velocidad puede ser explicada por lo somero del complejo lagunar lo que induce un efecto de fricción reduciendo las velocidades.

Los vientos dominantes del noreste en la zona generan en cada cuerpo de agua dos giros o remolinos, como se puede observar en la Figura IV.21, el flujo de agua será en la dirección del viento en las zonas más someras de los cuerpos de agua, y un reflujos, contrario a la dirección del viento, en las partes más profundas. 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 (ver la figura IV.21), cambia de dirección (en el sentido de las manecillas del reloj) con un viento del noroeste (ver la figura IV.22). 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, esta circulación define, la capacidad de exportar sustancias contaminantes de un cuerpo de agua a bien hacia al mar abierto, identificando así que la dirección del viento es determinante pues la circulación cambia significativamente.

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 varíen de una estación a otra (Carbajal, 2007), a nivel de SAR es poca la influencia del viento con respecto a la circulación en la Laguna La Caleta.

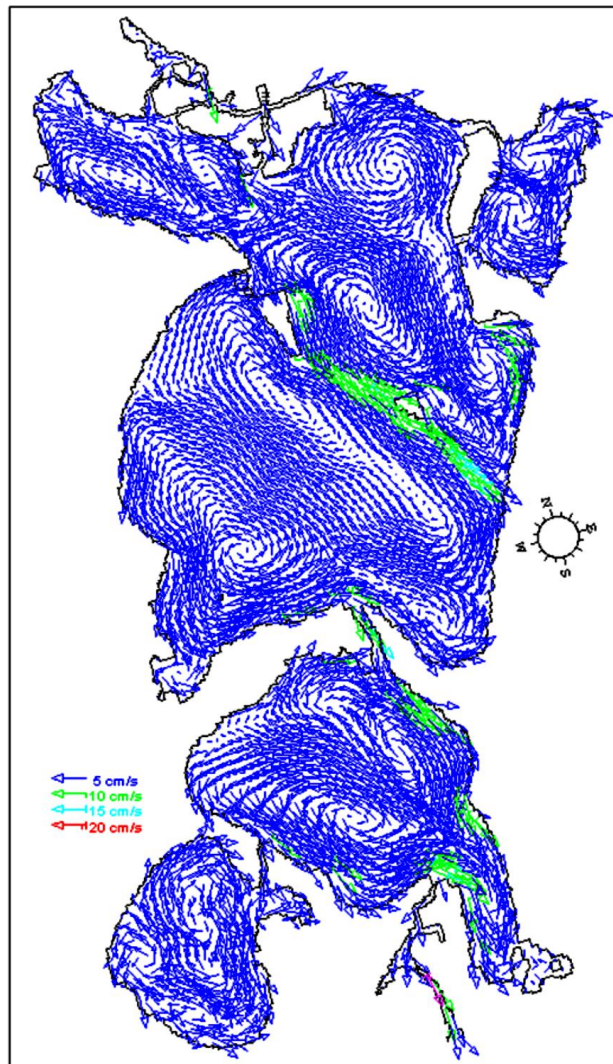


Figura IV. 21. Circulación producida por vientos provenientes del noroeste y norte.

(Imagen tomada de Carbajal, 2007).

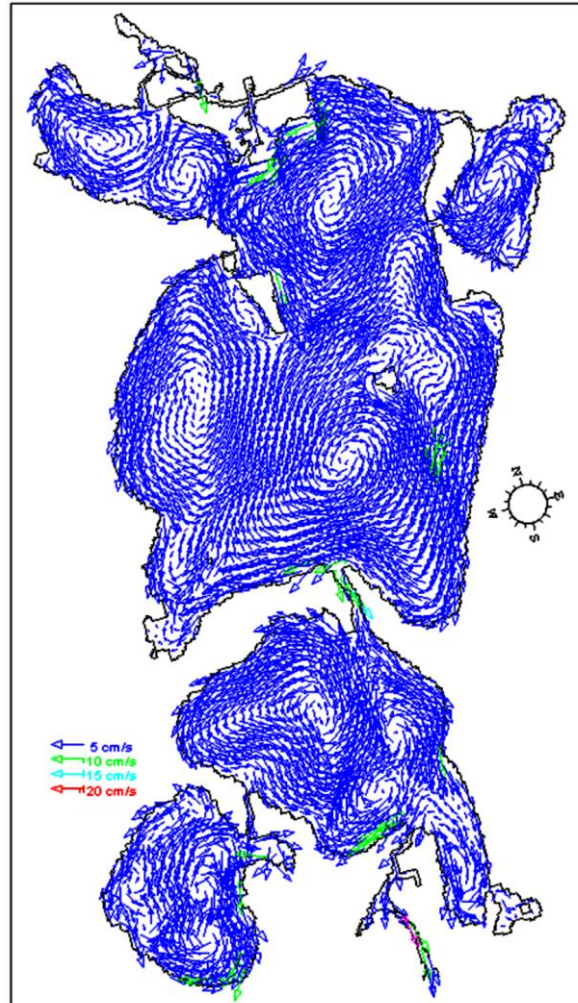


Figura IV. 22. Circulación producida por vientos provenientes del noreste.
(Imagen tomada de Carbajal, 2007).

b) Calidad del agua en el Sistema Lagunar Nichupté-Bojórquez

En el estudio realizado por la CONABIO en el año 2007 sobre la hidrodinámica en la laguna, se mencionan las siguientes características para el Sistema Lagunar Nichupté-Bojórquez; las cuales determinan la dinámica de dicho sistema.

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 principalmente 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 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 las 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 por lo que la influencia hacia la Laguna la Caletilla donde se localiza el SAR sería baja sobre todo en noviembre, mientras que 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.

Temperatura

En la parte central y norte del sistema lagunar, la temperatura oscila 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. Referente a la Laguna la Caletilla donde se ubica el SAR, esta se ubica en una región fría debido a la entrada de agua subterránea fría de los manantiales, cuyo aporte proviene de la zona continental.

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.

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. Mientras que la porción sureste donde se ubica el SAR los valores son alcalinos por lo que infiere que existe poca influencia de aportes residuales.

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 Bojórquez al noreste del complejo lagunar, indicando la presencia de aguas residuales, ya que esta laguna recibe descargas de aguas residuales domésticas y de la industria hotelera.

Nitrito: Los valores de nitritos encontrados para las lagunas de Bojórquez y Nichupté, son elevados, evidenciando la influencia que tiene Bojórquez sobre Nichupté, respecto a la exportación de contaminantes.

Amonio: Los valores encontrados para las lagunas de Nichupté y Bojórquez fueron altos, esto está asociado a las descargas de aguas residuales domésticas y de los servicios turísticos.

Fosfato: En las lagunas de Nichupté y Bojórquez, los valores encontrados son altos. Estos resultados sugieren que las fuentes del fosfato son exógenas, ya que, provienen de aguas residuales domésticas y de la infraestructura turística.

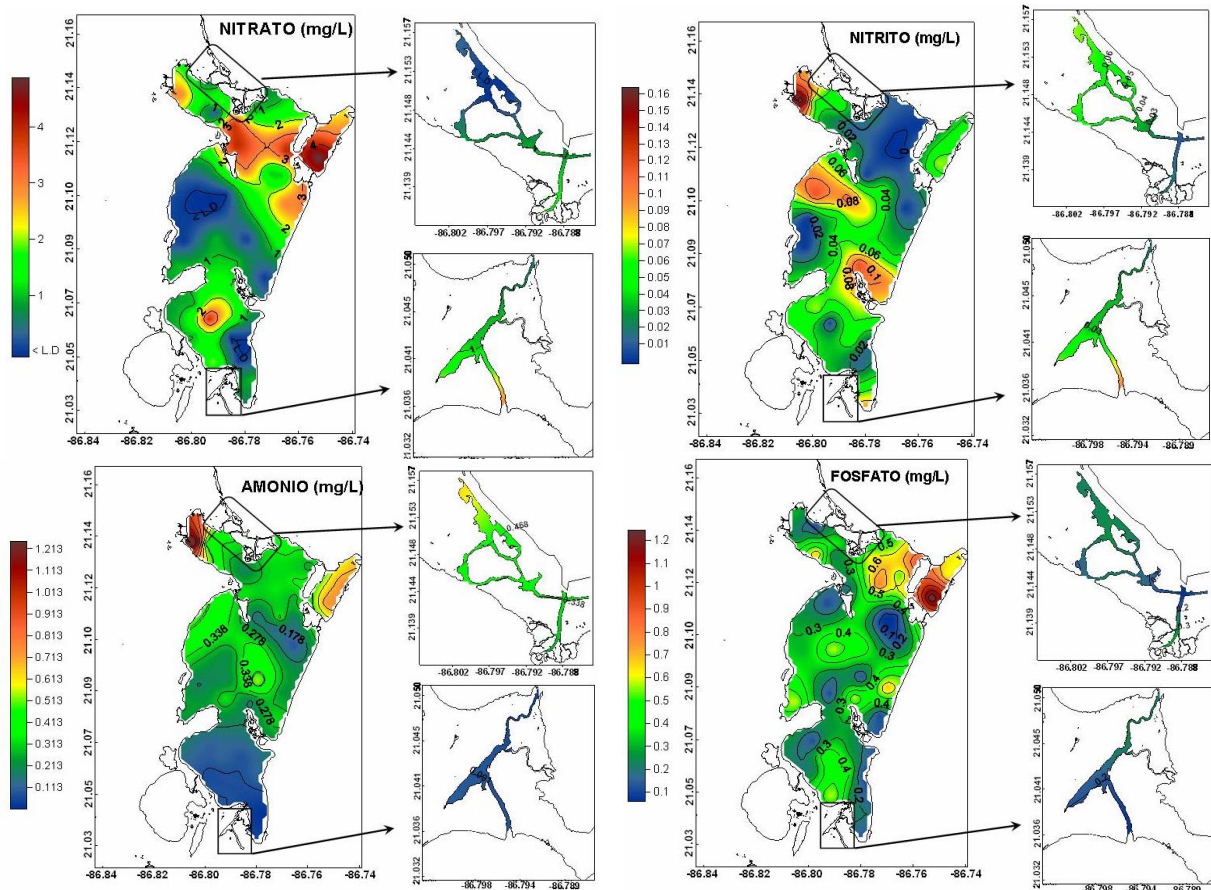


Figura IV. 23. Distribución de las concentraciones de nitratos, nitritos, amonio y fosfatos en el sistema lagunar Nichupté-Bojórquez.
(Tomada de Carbajal, 2006).

Silicato: La laguna de Bojórquez presentó concentraciones menores al valor de referencia (11 μM) utilizado en el estudio de Herrera-Silveira (2006).

De esta manera estos modelos y su representación espacial indican que la zona del SAR (La Caletilla) las concentraciones son bajas para los principales indicadores de contaminación, hasta este periodo de análisis.

Clorofila a. Las lagunas Bojórquez y Nichupté presentaron concentraciones medias de Cl-a mayores al valor de referencia (0,96 y 0,8 mg/m^3 , respectivamente), sugiriendo que se encuentran en proceso de eutrofización, 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 eutrofización de tipo antropogénica.

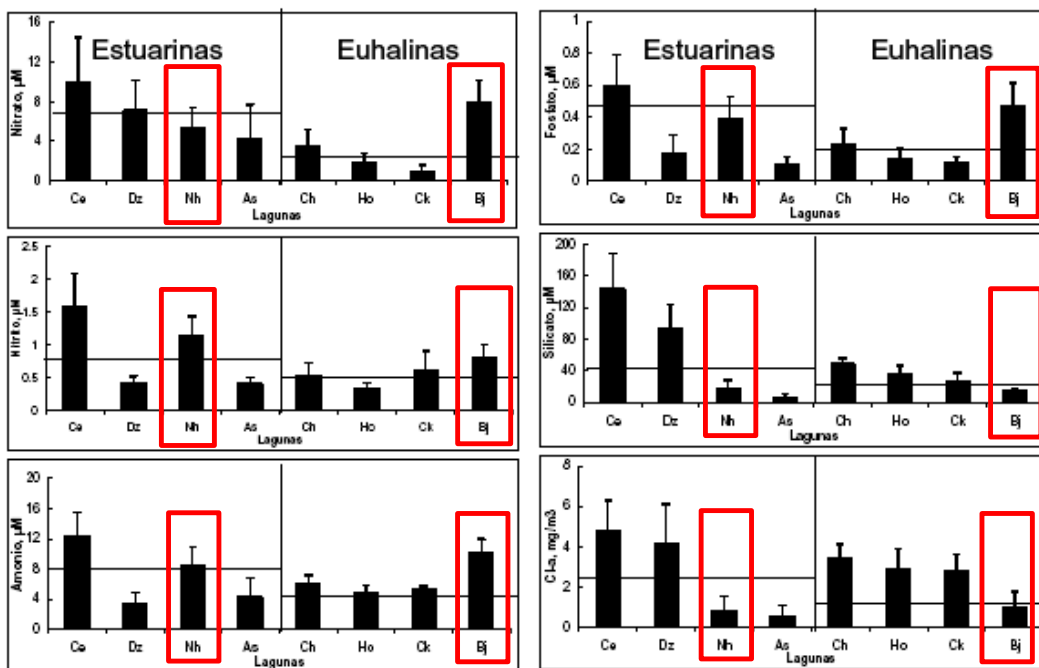


Figura IV. 24. Concentración media de nitratos, nitritos, amonio, fosfatos, silicatos y Clorofila a, en el sistema lagunar Nichupté-Bojórquez. En recuadros rojos están señaladas las lagunas de Nichupté (Nh) y Bojórquez (Bj).

(Tomada de Herreira-Silveira, 2006).

IV.4.4.2. Hidrología Subterránea

A nivel de península de Yucatán las vías preferentes de flujo en el acuífero kárstico se producen a diferentes rangos de escalas. Las vías preferentes de flujo se clasifican en las zonas de fractura a escala regional (~ 10-100s de kilómetros), grandes conductos de disolución (~1-10s de kilómetros) y las fracturas de pequeña escala y cavidades de disolución (~10s de metros) ver siguiente figura. El flujo de las aguas subterráneas en los sistemas de conductos es turbulento.

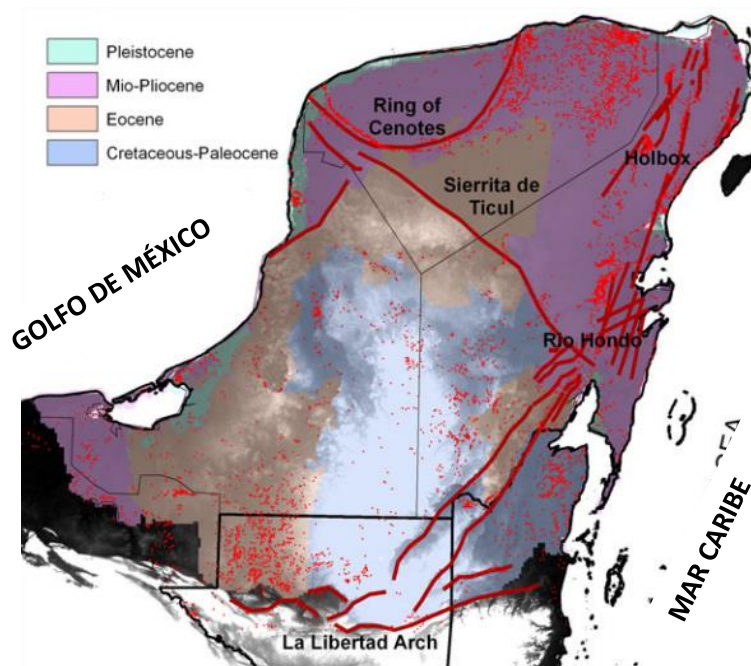


Figura IV. 25. Mapa de escala regional de las trayectorias de flujo preferencial (líneas en rojo) y ubicación de los cenotes (puntos rojos) en la Península de Yucatán.

(Bauer et al., 2011).

La región geohidrológica Planicie Interior donde se localiza el municipio de Benito Juárez, se encuentra al norte del estado de Quintana Roo, el acuífero de esta zona es libre y se encuentra subexplotado la dirección del flujo de agua subterránea es hacia el este en su parte media, al oeste cerca de Yucatán y al norte en los municipios de Lázaro Cárdenas e Isla Mujeres. Tiene una profundidad de 20 a 50 m hacia su interior y disminuye a menos de 1 m en las costas, su espesor medio es de 19 m.

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, 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 sequias; 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, Naranjal 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 sequias y de lluvias.

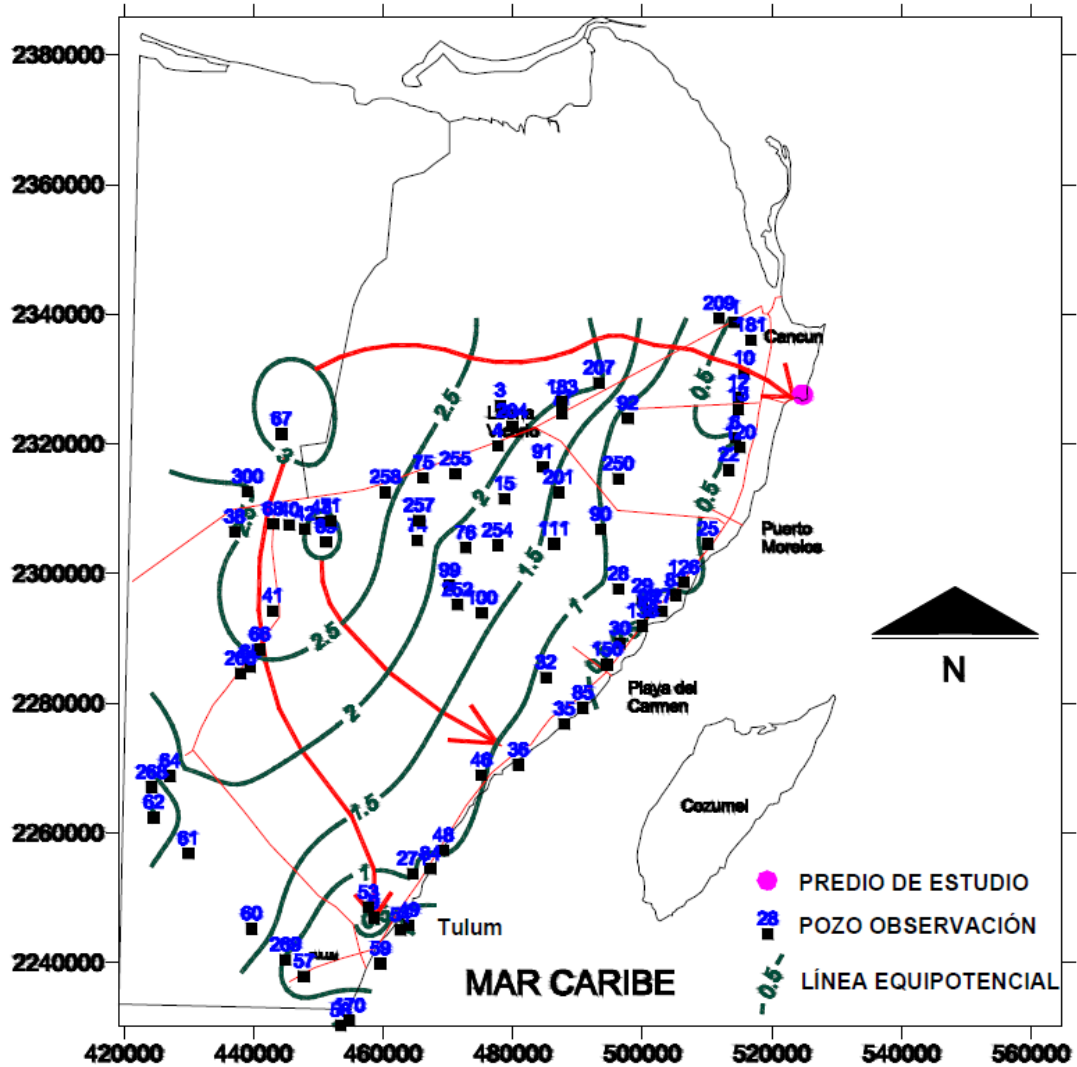


Figura IV. 26. Mapa de equipotenciales del estado de Quintana Roo, 1990.

Reproducido de EXICO S.A.

Particularmente, se observa que el flujo subterráneo de descarga hacia la zona costera que se encuentra entre Cancún y Puerto Morelos proviene de la zona de Central Vallarta y hacia el Oeste desde Nuevo Xcan; siguiendo el patrón 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 dirección 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 4.5×10^{-5} en promedio; mayor que el observado en el tramo Tintal-Playa del Carmen que es de 5.7×10^{-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 geohidrológico 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 Nacoziari-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.”*

Geoquímica regional

Debido al origen kárstico regional; la hidrogeoquímica está definida por la disolución de las rocas carbonatadas presentes, el contenido iónico del agua subterránea y los tipos de agua.

Para la zona de estudio se identificaron cinco grupos de agua:

- Tipo I. Pertenece al grupo de aguas bicarbonatadas-cálcicas representativas de áreas de recarga e incipiente circulación, asociadas a las áreas de **Nuevo Xcan, Leona Vicario y Tres Reyes**.
- Tipo II. Representa aguas con procesos de disolución de rocas; generalmente llamadas mezclas o aguas mixtas; estas son representativas del área de **Cobá, Macario Gómez y Héroes de Nacozari**, también se pueden mencionar **Central Vallarta, y la zona de captación de Cancún**.
- Tipo III. Pertenece a aguas con bajas y altas concentraciones de sólidos totales disueltos, identificado por procesos de incipiente circulación y aguas de reciente infiltración; representado por el **acuífero costero norte** (Cancún), formado en su mayoría por acuíferos colgados.
- Tipo IV. Este tipo de aguas está asociado a aguas salobres y salinas con mezcla de agua oceánica y descargas costeras. Esta agua son representativas de la **zona costera norte, centro y sur** (desde Puerto Morelos hacia Tulum).

La caracterización hidrogeoquímica del estudio de EXYCO S. A. nuevamente hace mención de que la recarga del acuífero regional se encuentra en la zona con agua Tipo I; ubicadas en Nuevo Xcan y Tres Reyes; durante su viaje hacia zonas como Cobá, Macario Gómez Central Vallarta y el acuífero medio de la zona de captación de Cancún 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 únicamente está relacionado con la disolución de elementos de la unidad hidrogeológica que forma acuíferos colgados y su cercanía con el mar.

A detalle se puede mencionar que la zona de Coba-Tres Reyes manifiesta una reacción de aguas de reciente infiltración a mezcla con disolución de yesos.

- La zona de captación de Cancún es un agua que evoluciona de mixta de circulación a agua con influencia marina.
- La zona de Nuevo Xcan muestra una evolución de agua de reciente infiltración a incipiente disolución de Yesos y mezcla.
- La zona de Leona Vicario tiene una evolución de agua de reciente infiltración 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 hidrogeoquímicos que se manifiestan en el SAR son los siguientes: la dilución, disolución 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 período de mayo-noviembre, expresando las mayores concentraciones de S. D. T. en la parte superior del acuífero en el mes de noviembre, siendo muy similar sus concentraciones al mes de mayo.

El acuífero se manifiesta en su período más crítico, agua de buena calidad en la región de Santo Domingo a 45 Km. de la línea costera, así como agua de moderada calidad con valores menores a 1500 micromhos/cm en la mayor porción del área, presentándose en el sur de la región a unos 33 Km. de la línea de costa perpendicular a ésta, disminuyendo su

distancia a la línea 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 oceánica en la porción sur del área 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 turísticos XelHa y Xpu Ha. En los alrededores de Punta Bete también se manifiesta una pequeña zona de con entrada de agua de mar.”

Lo citado anteriormente sugiere que el acuífero presenta dilución durante la temporada de lluvias y concentración durante las sequias, todo relacionado directamente con la precipitación de los meses de junio y julio, ayudando a la recuperación del acuífero e incrementando el flujo lateral y la dilución 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 están relacionados con las zonas de recarga, se manifiestan en las áreas de Valladolid-Nuevo Xcan, así como también en las regiones de Leona Vicario-Héroes de Nacozari.

Modelo geoelectrico

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 retoman datos de un estudio geohidrológico cercano al SAR.

Para conocer las características del subsuelo, los rasgos y anomalías, se retoman de la serie de tomografías eléctricas y sondeos son:

Tomografía Eléctrica TRE-1

La tomografía TRE-1, se localiza en el límite sur la región Punta Nizuc, con una orientación NE paralela a la línea de costa y con una longitud de 213 m. En la tomografía 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 eléctricas mayores con valores entre 7 y 20 $\text{Ohm}\cdot\text{m}$ (U2b) localizadas entre 10 m y 20 m de profundidad, asociados a la presencia de cavidades y/o posibles descargas subterráneas de agua de mezcla. Condiciones similares a las anteriores (U2b) se observan a partir de los 40 m y están asociadas a la presencia de roca fracturada o con rasgos de disolución por donde circula agua continental (U3).

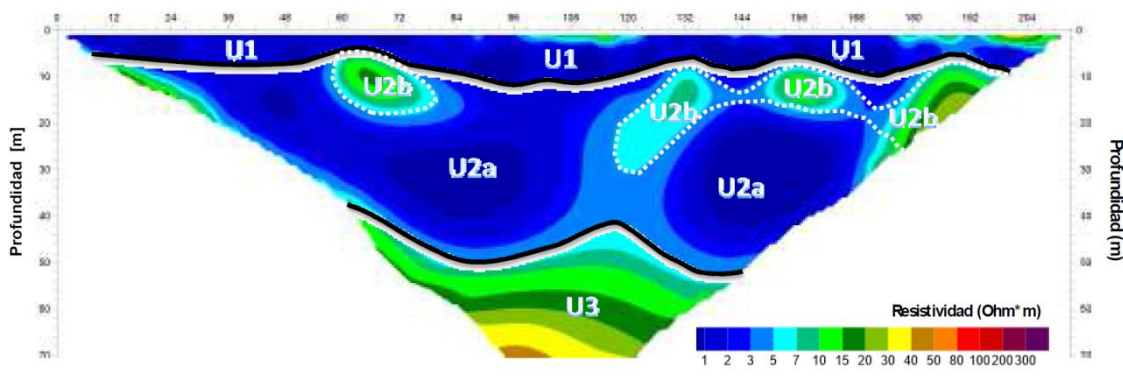


Figura IV. 27. Tomografía Eléctrica de la TRE-1.

Tomografía Eléctrica TRE-2

La tomografía TRE-2, se localiza en la región este referente al SAR, con una orientación NE paralela a la línea 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 $\text{Ohm}\cdot\text{m}$ (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 eléctricas mayores con valores entre 7 y 20 $\text{Ohm}\cdot\text{m}$ (U2b) localizadas desde la superficie hasta los 20 m de profundidad, asociados a la presencia de cavidades y/o agua acumulada o de reciente infiltración. 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 calcárea (caliche o

laja) compacta. Condiciones similares a las anteriores (U2a) se observan por debajo de esta unidad y están asociadas a la presencia de roca fracturada o con rasgos de disolución por donde circula agua continental.

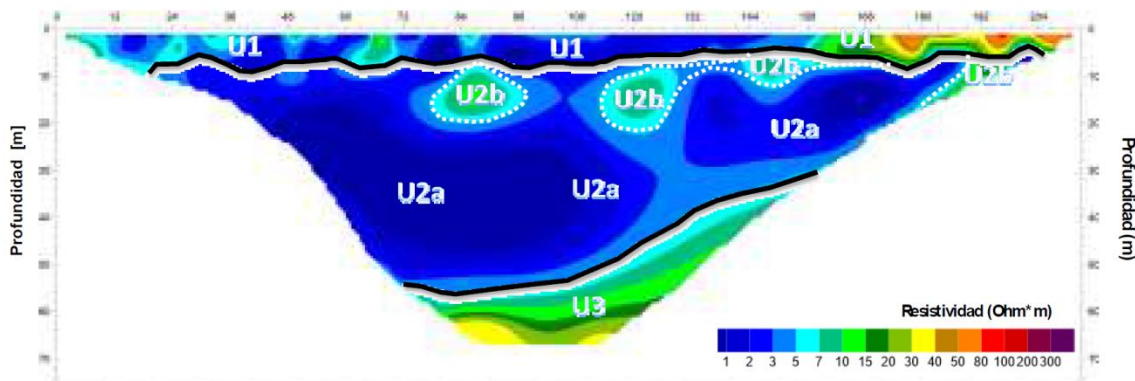


Figura IV. 28. Tomografía Eléctrica de la TRE-2

Tomografía Eléctrica L-4

El perfil geo eléctrico S-3 es una correlación de los sondeos SEV-2, SEV-1, SEV-3 y SEV-4 realizados en el año de 2007 y de los TCK-5 y TCK-2 y se orienta en dirección NW- SE perpendicular a la línea de costa. En la sección 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 calcárea 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.

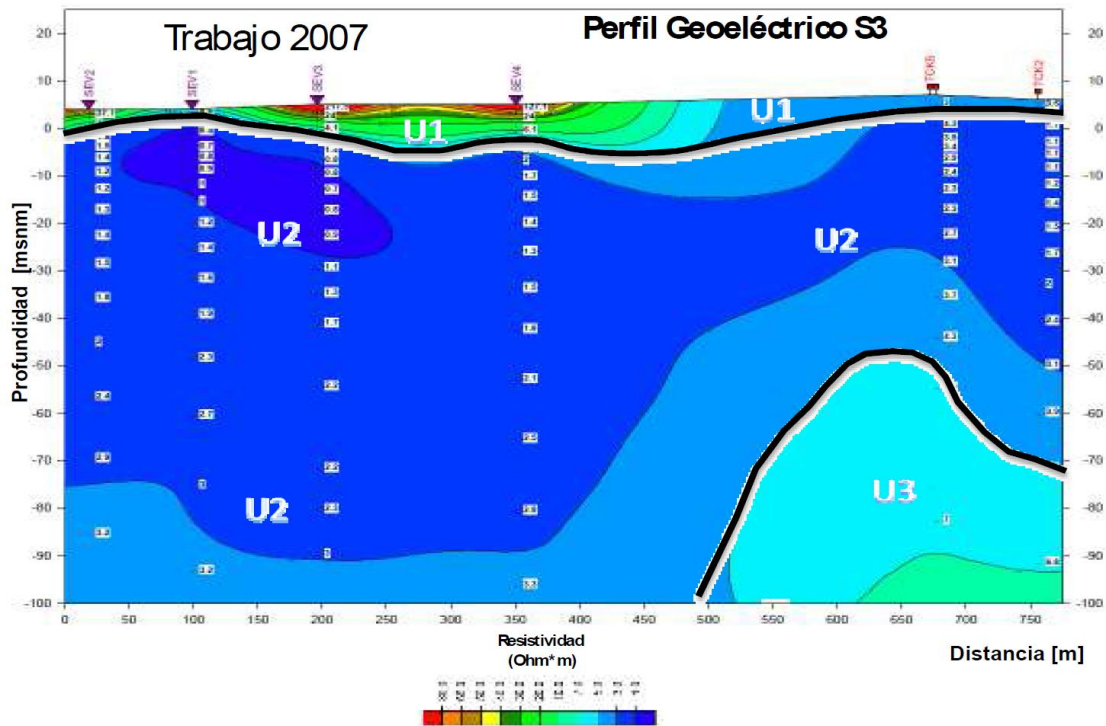


Figura IV. 29. Perfil geoelectrico S-3

Secuencia estratigráfica de la zona de estudio

La secuencia estratigráfica muestra la siguiente configuración:

El SAR está constituido 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 hidrológicamente 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 subterránea del continente así como de intrusión marina (ver la siguiente figura).

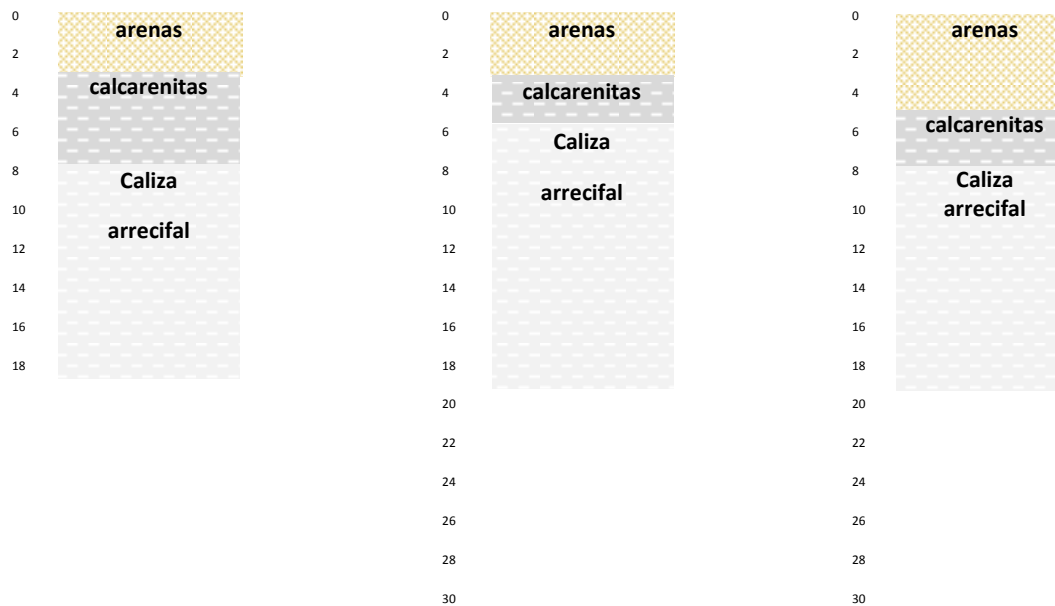


Figura IV. 30. Secuencia de los cortes litológicos de los barrenos exploratorios cercanos al SAR.

Calidad del agua subterránea

Con la finalidad de conocer las características fisicoquímicas del agua subterránea en el SAR se reportan los perfiles de corrientes cercanas bajo los siguientes parámetros; temperatura, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos y oxígeno disuelto, los perfiles datan de los días 7 y 8 de julio del 2015. Con esta información se graficaron los valores de los parámetros contra la profundidad en el acuífero, con respecto al nivel medio del mar.

Temperatura

La temperatura en el predio del proyecto, a nivel freático vario entre 30.20 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 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 ahí el parámetro se incrementa con un valor final de 29.54°C medido en el barreno NZ-2.

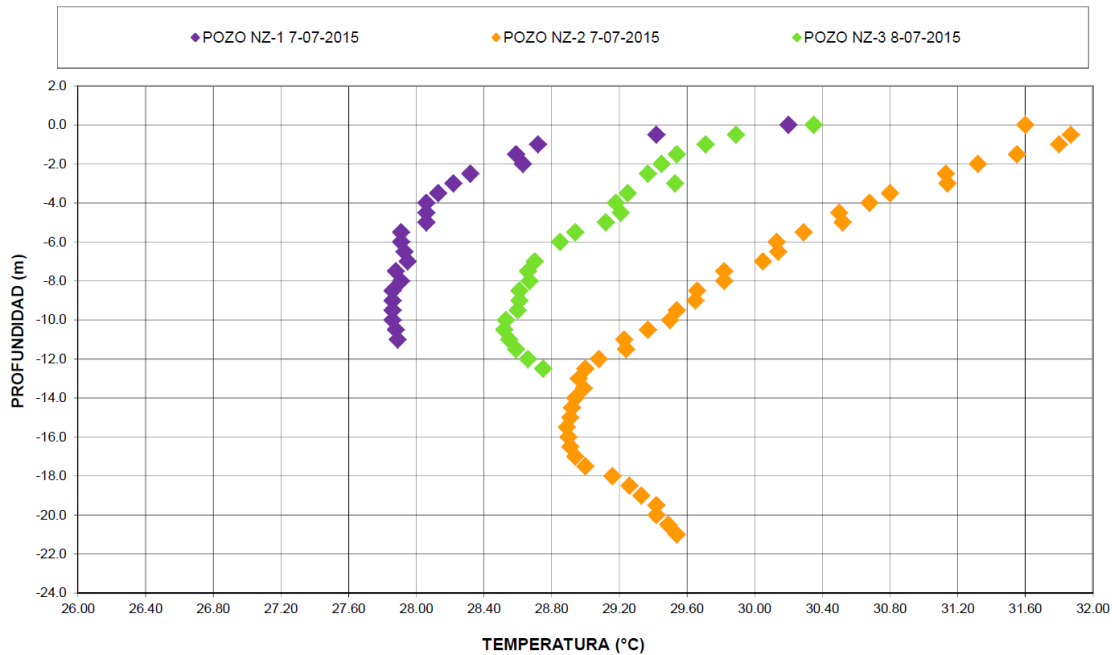


Figura IV. 31. Perfiles comparativos de temperatura.

Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica en el predio del proyecto presenta valores a nivel freático 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 eléctrica 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 ubicó en el NZ-2 a 10.5 m

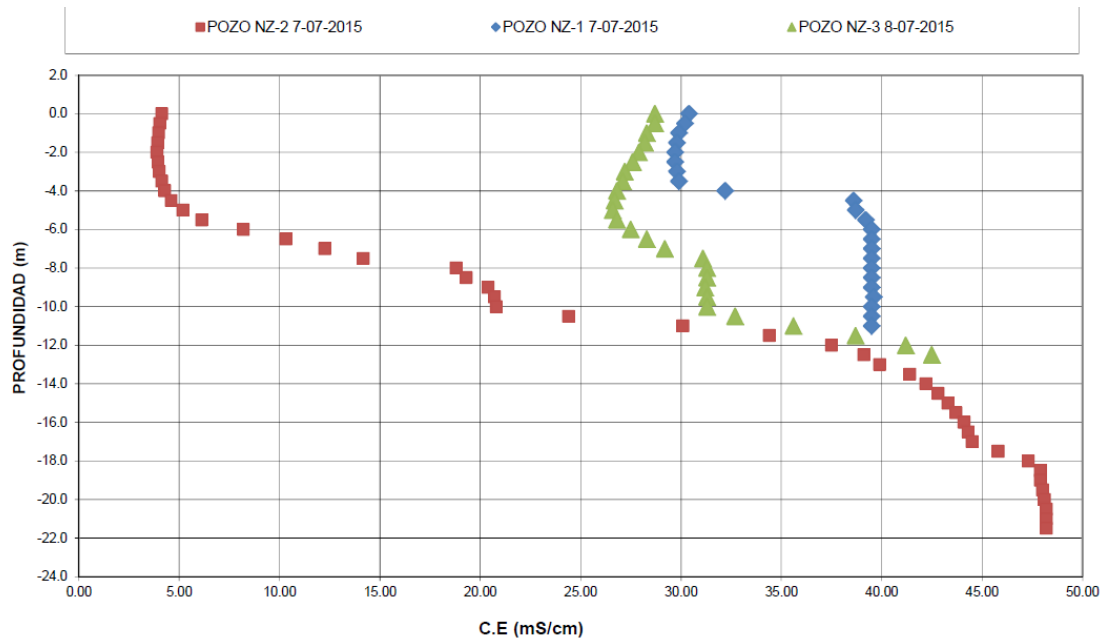


Figura IV. 32. Perfiles comparativos de conductividad eléctrica.

Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto en el acuífero, mantiene valores a nivel freático entre 1.96 y 3.14 mg/l. conforme se profundiza en el acuífero, el oxígeno 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 ahí el oxígeno disuelto se incrementa en todos los puntos por influencia directa de la interface salina con un valor máximo en el NZ-2 de 8.74 mg/l a los -18.5 m.

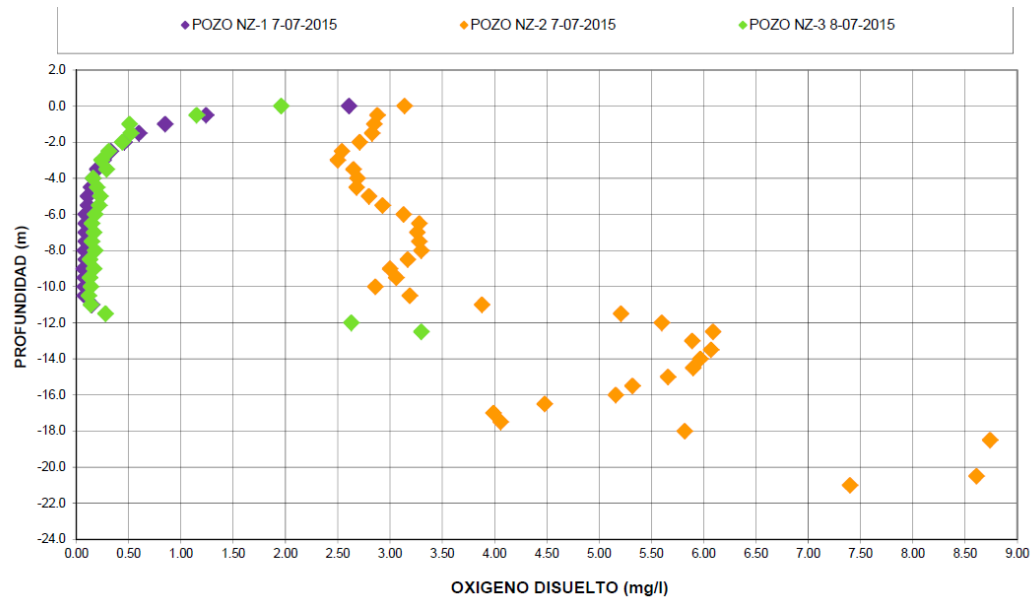


Figura IV. 33. Perfiles comparativos de oxígeno disuelto.

De esta manera se pueden destacar las características esenciales del flujo subterráneo, el cual provienen preferentemente del occidente circula bajo los manglares y laguna, para descargar al Mar Caribe a lo largo línea de costa. La existencia de una capa casi impermeable a una profundidad de 7 - 8 m, hace que el acuífero se convierta en confinado a partir de esta profundidad, ocasionando que el agua subterránea tenga mayor presión; el cual se manifiesta en algunos lugares en forma de manantiales, en el Sistema Lagunar y Mar Caribe.

Balance hidrológico Regional y Local

Se analiza la disponibilidad de agua a nivel regional considerando el dominio definido por el análisis superficial, con la información generada por EXYCO en 1991 y a nivel local, utilizando los datos oficiales publicados por INEGI y CONABIO.

Para el Balance Hidrológico Regional se tienen datos de información geohidrológica regional y define que el acuífero a analizar esta en la estructura denominada Depresión Costera Sur según EXYCO, 1991. La zona se define en base a las estructuras y fallas geológicas detectadas y la red de flujo subterráneo regional definida en dicho estudio. Se

toma como límites una equipotencial de 0.50 msnm (la más cercana a la costa) y aguas abajo el límite 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.

De acuerdo con el estudio de geohidrológico cercano al SAR, 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 m³/día. No se tiene conocimiento de alguna zona de extracción cercana; sin embargo, en la periferia existen varios complejos hoteleros funcionando, lo que implica aprovechamiento y por tanto esfuerzo hidrológico aplicado a la zona.

Estos datos indicaron que el balance es positivo y muestra una disponibilidad de agua de 105 m³/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 considera las extracciones cercanas y se ha observado que el patrón de flujo subterránea; esto es importante, ya que significa que la influencia de este esfuerzo hidráulico a acuífero puede ser importante para efectos de generar abastecimiento en el 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, en estos estudios 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 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 huellas de disolución formando pequeñas discontinuidades en la roca. No se identificaron zonas de con discontinuidades importantes que formen grandes cavidades sin embargo hidrológicamente 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 subterránea del continente así como de intrusión 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 ahí las condiciones del subsuelo a través de las paredes del pozo muestran zonas de roca compacta con algunos recovecos producto de la disolución de la roca, esta condición se hace más visible a partir de horizontes del subsuelo entre 11 y 15 m en donde es posible observar huellas de disolución y fracturamientos en la roca más marcados sin llegar a formar cavidades importantes.

Geoeléctricamente 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 eléctricas 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 subterráneas de agua de mezcla y en superficie a agua acumulada o de reciente infiltración. Condiciones similares a las anteriores se observan por debajo y están asociadas a la presencia de roca fracturada o con rasgos de disolución por donde circula agua continental. A partir del cadenamiento 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 calcárea (caliche o laja) compacta.

En las secciones o perfiles geoelectricos 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 geoelectrico 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 manera integral se pudo observar que las respuestas geoelectricas 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 la región cercana al SAR, 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 27.88° 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 presentó valores de conductividad eléctrica a nivel freático entre 4130 y 30400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (2600 y 19300 mg/l de sólidos 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 eléctrica de 48200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (29600 mg/l de sólidos totales disueltos). El techo de la interface salina se ubicó en el NZ-2 a -10.5 m.

Según el perfil de valores de sólidos totales disueltos, el agua del acuífero se clasifica como agua dulce desde el nivel freático hasta los 7 m de profundidad, (únicamente en el NZ-2), agua salobre a partir de ahí hasta los 10.5 m y el resto agua salada.

El oxígeno disuelto en el acuífero, mantuvo valores a nivel freático entre 1.96 y 3.14 mg/l. a profundidad, el oxígeno 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 ahí el oxígeno disuelto se incrementa en todos los puntos por influencia directa de la interface salina con un valor máximo en el NZ-2 de 8.74 mg/l a los - 18.5 m

El comportamiento de la marea es similar al potencial hidráulico de los barrenos exploratorios; es decir, muestra que el flujo subterráneo es en todo el tiempo de registro. El acuífero regional tiene más 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 estático diferente al del acuífero regional mostrando una respuesta inmediata a las precipitaciones locales y mostrando una acumulación de agua en el tiempo; es decir, la calcarenita conforma un acuitardo colgado granular que almacenara agua meteórica. 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 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 m³/día por cada metro lineal de acuífero y descargan 1.21 m³/día por cada metro lineal de acuífero.

Se observa que el proyecto 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 una región de escurrimiento hacia los puntos de concentración de las cuencas regionales. Esto implica que no existan aportaciones regionales y no conforme problemas de inundación.

La Hidrología Superficial Regional ubica al proyecto en una zona alta y las cuencas regionales con las que se relacionan tienen su punto de drenaje muy alejado al predio del proyecto; 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 proyecto.

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 Cancún.

A nivel local, en el caso de una tormenta extraordinaria se tienen lluvias que acumulan mucha agua en poco tiempo y por si 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 Cancún.

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 Cancún.

El balance hídrico local es positivo y muestra una disponibilidad de agua de 105 m³/día; sin embargo este balance incluye únicamente el agua dulce. Por otro lado, en este balance no se ha considerado que existan extracciones cercanas y se ha observado que estas actividades influyen en el patrón de flujo subterráneo. En cálculo de la disponibilidad local y regional se está considerando la conductividad hidráulica promedio conservativa; misma que puede aumentar por presencia de relieve cárstico y conductos de disolución aumentando de manera abrupta la disponibilidad de agua y balance de agua en el acuífero regional.

IV.4.5. Hidrología marina

Aun cuando el proyecto no tendrá interacción directa con la zona marina, a excepción de posibles actividades recreativas en la ZFMT, se consideró importante señalar su funcionamiento para complementar la hidrodinámica del SLN.

IV.4.5.1. Corrientes

La posición de la corriente de Yucatán se ha estudiado desde algunos años y se puede establecer una estacionalidad, en invierno la corriente es débil y el amplio núcleo de la corriente se aleja de la costa, mientras que en primavera empieza a conformarse un núcleo más estrecho y con más vigor, para fines de primavera, verano y principios del otoño la corriente de Yucatán es fuerte corrientes de 2 m/s pueden observarse en el núcleo, para otoño la corriente disminuye su intensidad considerablemente y el núcleo empieza a ensancharse y alejarse de la costa.

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 dirección del estrecho de Yucatán. A ambos lados de esta corriente existen contracorrientes y vórtices de dirección 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 cúbicos por segundo.

Una porción del fuerte flujo hacia el norte de la corriente de Yucatán baña la plataforma noreste de Quintana Roo. Las salinidades en la plataforma son de 35 a 36 ppm. La temperatura superficial del agua es de alrededor de 28° C durante el verano y de 24° C durante el invierno.

En el mar frente Punta Nizuc (localización del SAR) 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 canalización de la corriente con componente norte.

La siguiente figura muestra los vectores de velocidades de corriente para distintas épocas del año (Athié *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

vórtices; sin embargo, la turbulencia de la corriente en la parte norte de Isla Mujeres puede también generar vórtices (celdas de recirculación) efímeros con intensidades de medias a bajas (0.5 m/s) (INE, 1998).

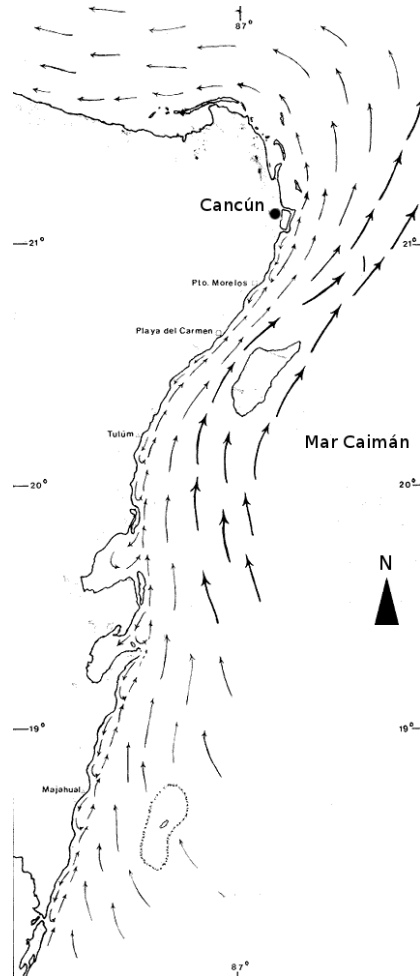


Figura IV. 34. Diagrama de la circulación de la corriente de Yucatán en las costas de Quintana Roo.

En un estudio presentado por la Secretaria de Turismo (SECTUR. 2012) para evaluar la “vulnerabilidad del destino turístico de Cancún” presentan los resultados de la modelación numérica hidrodinámica que reproduce los patrones de circulación de la corriente de Yucatán frente a la costa de Isla Cancún, donde se observa que en la región 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 corrientes 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 Cancún (PCUN) (ver la siguiente figura).

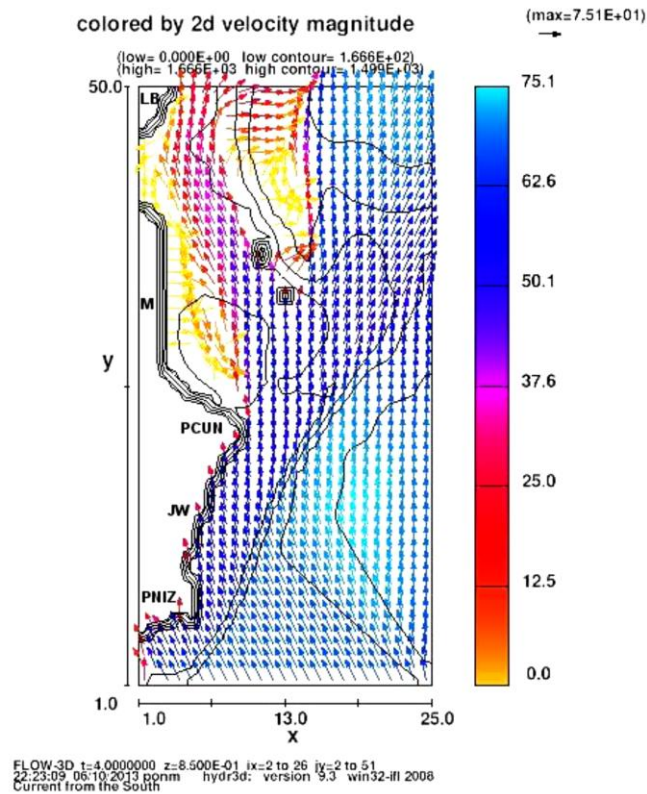


Figura IV. 35. Simulación del patrón de circulación de las corrientes provenientes del sursureste.
(Imagen tomada de Sectur 2012a).

Durante la época de lluvias las corrientes provienen de sursuroeste (SSW) principalmente con velocidades próximas a 1.5 m/s. Punta Nizuc genera una zona de resguardo hacia la región norte. Donde se genera una celda de recirculación que se presenta frente a las playas del sur de Punta Cancún (ver la siguiente figura).

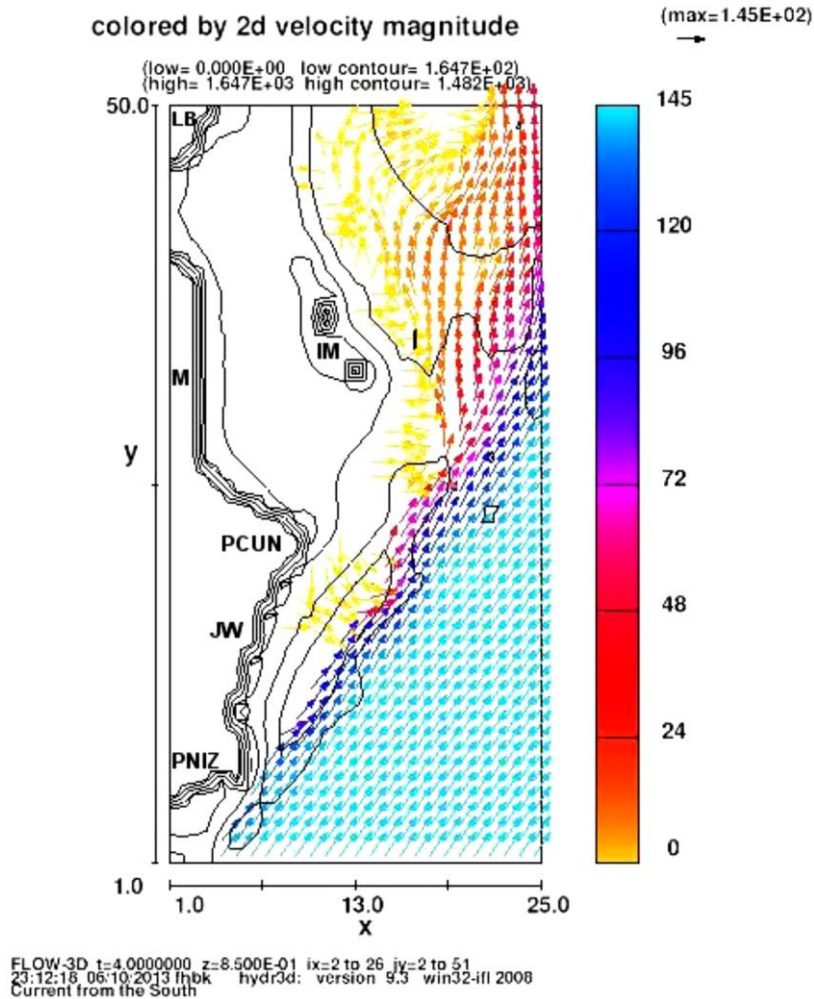


Figura IV. 36. Simulación del patrón de circulación de las corrientes provenientes del sursuroeste. (Imagen tomada de Sector 2012).

IV.4.5.2. Oleaje

Las direcciones del oleaje para esta zona están determinadas por su ubicación geográfica, del norte franco no el oleaje porque la punta de la península de Yucatán genera sombra sobre la zona hotelera. Del sector oeste el oleaje más frecuente y el de mayor energía, es el que arriba a la zona hotelera, sin embargo no impacta porque este oleaje es disminuido por la berrera que ofrece el bajo Arrowsmith.

Los oleajes de incidencia para la zona es que, en el frente de playa de la zona hotelera, los oleajes de mayor frecuencia son los del este, originados por los vientos alisios. Los oleajes de mayor energía tienen en la zona dos génesis: la primera de las masas de aire continental polar que viaja hacia el sur durante la época de fin de otoño e invierno, y la segunda generada por las depresiones tropicales que se generan en los mares Caribe y Caimán. Respecto a esta última fuente de oleaje a la zona se observó lo siguiente: el oleaje de aguas profundas generado por huracanes tiene dos componentes, el “sea” (oleaje de periodos cortos, 6 a 10 segundos) y el “swell” (oleaje de periodos cortos, de 14 a 20 segundos y mayores). Los bajos al nor-noreste de la zona hotelera de Cancún representan la profundidad límite para que rompan las olas, por lo que, al aproximarse los huracanes a estos bajos, las olas crecen y rompen, de manera que no penetran hacia el frente de playa de la zona hotelera. Las olas de periodos cortos penetran en los bajos y son refractadas en su viaje a la línea de costa.

El oleaje significativo para la región muestra en general oleajes medios para la temporada de primavera, medios para la temporada de nortes y mayores para la temporada de huracanes (julio a octubre). La dirección de incidencia más frecuente es la del este, por la presencia de los vientos alisios durante más de 8 meses del año. La segunda dirección más frecuente para el Caribe del Oeste (o Mar Caimán) es la del noreste, generada por las masas de aire continental polar que se desplazan hacia el sur en la temporada invernal. Por otro lado se tiene en la zona un rango mareal medio de 0.5 m.

Los oleajes con procedencia del SE y periodos de 4.5, 6 y 12 segundos entran de manera franca en un ángulo aproximado de 45° a la costa desde el sur de la laguna Bojorquez hasta Punta Nizuc ver siguiente figura. Los oleajes del E provenientes de los vientos alisios, son los más frecuentes, mientras que los del ESE los de mayor altura y energía del oleaje para Cancún.

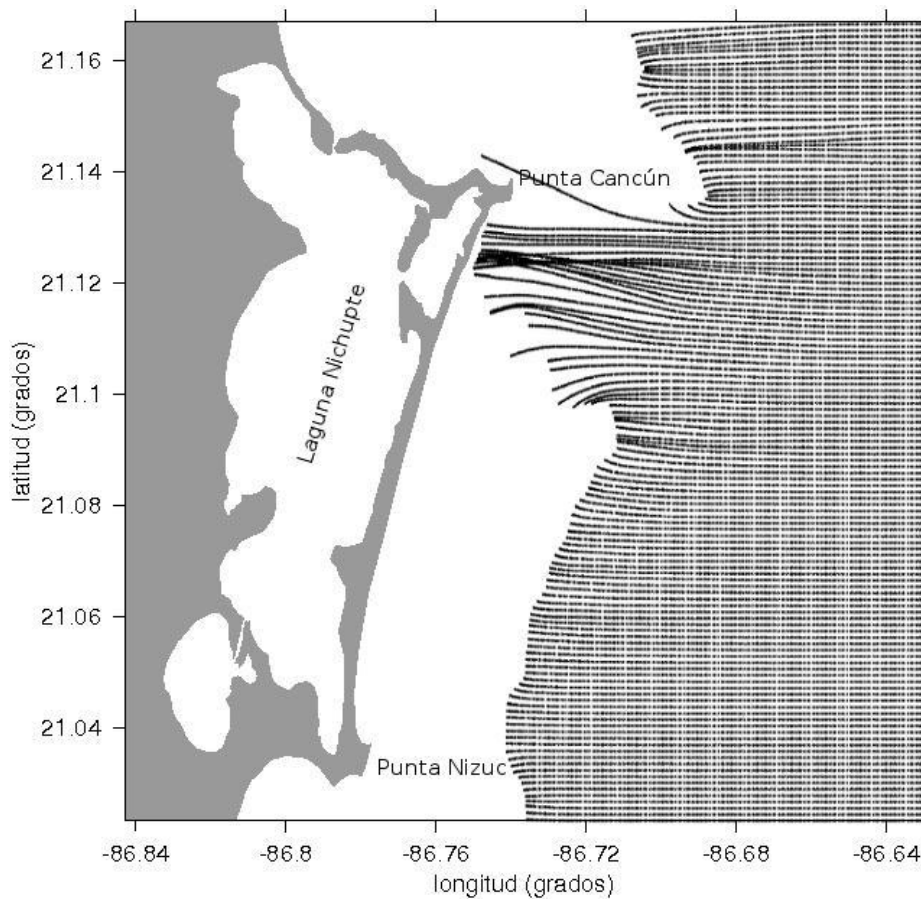


Figura IV. 37. Esquema de la propagación del oleaje procedente del Este generado por los vientos alisios.

IV.4.5.3. Mareas

El régimen de mareas corresponde al tipo mixto semidiurno, de baja amplitud. De acuerdo con las tablas de predicción de mareas (CISESE), se registran los siguientes valores:

- Pleamar máxima 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 mínima registrada -0.148 m

Las amplitudes de las mareas tienen rangos que van desde unos 10 centímetros en tiempos de marea muerta hasta aproximadamente 30 centímetros en mareas vivas. Estos cambios en la transición de un ciclo de mareas muertas a mareas vivas (14 .7 días) aunque son muy suaves, en tiempos de mareas vivas el efecto de marea debe ser, al menos en periodos de algunos días, lo suficientemente importante para producir un intercambio de agua significativo en las bocas de la laguna de Nichupté (Carbajal, 2006 y CONANP, 2008).

IV.4.5.4. Calidad del agua marina en Punta Nizuc

Parte de los estudios realizados durante 2001, 2005 y 2006 para la elaboración del documento de “Modificación del Programa de Conservación y Manejo del Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc” (CONANP, 2008). Determinaron la calidad del agua mediante la determinación del índice de TRIX que integra las variables fisicoquímicas y biológicas relacionadas con los síntomas de eutrofización de sistemas costeros (ver la siguiente tabla).

Tabla IV. 2. Clasificación del estado trófico de acuerdo al índice TRIX.

Intervalo TRIX	Estado Trófico	Condición
2-4	Oligotrófico	Muy Bueno
4-5	Oligo-mesotrófico	Bueno
5-6	Mesotrófico	Regular
6-8	Meso-eutrófico	Malo
8-10	Hipertrófico	Muy Malo

Obtuvieron para la región de Punta Nizuc los siguientes resultados:

Oxígeno disuelto. Las concentraciones presentaron una tendencia a disminuir, por lo que probablemente se presentaron síntomas iniciales de eutrofización, por lo que se considera condiciones buenas de OD en punta Nizuc.

Nitratos. De acuerdo a los intervalos de referencia, sólo en algunos muestreos se rebasó el límite máximo, por lo que este trabajo identificó la condición 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 huracán Wilma en las estaciones marinas y costeras. La condición 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. 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. 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.

Las estaciones localizadas en la región norte de Punta Nizuc y aledañas a línea de playa, presentan estados tróficos que dan condiciones en el intervalo de bueno a malo, mientras que la condición general en las estaciones ubicadas en la zona marina es de muy buena (Herrera-Silveira *et. al.*, 2006). 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 distribución espacial de la condición que guarda la calidad del agua está muy relacionada con la influencia de las características del agua de la laguna Nichupté que descarga en esta zona (CONANP, 2008) (ver la siguiente figura).

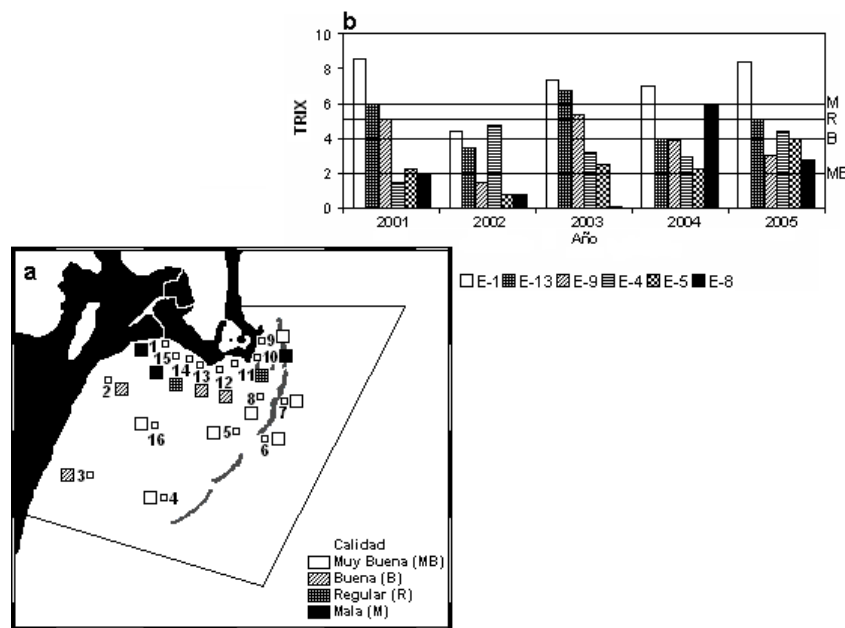


Figura IV. 38. Distribución espacial del índice de calidad del agua (a) y variación temporal en estaciones seleccionadas (b) de la condición que guarda el polígono de Punta Nizuc.

(CONANP, 2008).

IV.4.6. Geología Regional

El SAR se localiza dentro de la provincia geológica Plataforma de Yucatán, la cual se caracteriza por una gran planicie de lomeríos de pendientes suaves y poca altitud (Servicio Geológico Mexicano, 2006). Por otro lado forma parte de la provincia fisiográfica Península de Yucatán y la subprovincia Carso Yucateco.

Esta provincia está comprendida por un paquete de rocas carbonatadas, que abarcan desde el Cretácico al Reciente, la unidad más antigua corresponde a la Formación Carrillo Puerto del Mioceno superior corresponde a coquinas de 1 m de espesor cubiertas por calizas duras (Durán & Méndez, 2010), revistiendo a esta unidad se presenta un depósito cuaternario de arenisca poco consolidada constituida por fragmentos de gasterópodos, pelecípodos y ostra.

El depósito de litoral está constituido por arena blanca, compuesta también principalmente de fragmentos de ostras, bivalvos y gasterópodos, se presenta en las franjas costeras del mar caribe y del Golfo de México (Servicio Geológico Mexicano, 2006).

El estudio sedimentológico en la zona de Tulum-Cancún-Isla Mujeres de Aguayo y colaboradores (1980), describe a la región como una zona tectónicamente estable, influenciada principalmente por corrientes litorales permanentes, el oleaje, las mareas y por el viento dominante del sureste; siendo estos procesos los que controlan la distribución de los diferentes tipos de sedimentos calcáreos: 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 (López , 1973).

La topografía de la península de Yucatán tiene poco contraste en altitud, carece de red fluvial por lo que el escurrimiento es casi totalmente subterráneo, lo que ha dado origen a un gran sistema de formas cársticas, que incluyen los cenotes, poljes y sistemas de cuevas (Lugo *et al.*, 1992).

Los sistemas litorales del noreste de la península de Yucatán han evolucionado a través de los diversos períodos y épocas geológicas; la zona de estudio presenta dos características relevantes: a) el sedimento que se deposita en las playas es una acumulación de calcarenitas (sedimentos calcáreos, en este caso, de origen bioclástico) y b) las planicies costeras se generaron a partir del incremento del nivel de mar en el Pleistoceno Tardío (Aguayo *et al.*, 1980).

De esta manera Ward & Wilson (1974) en su estudio de aspectos generales de la Península de Yucatán, señalan que las partes principales de la isla de barrera de Cancún, corresponde a procesos de acumulación de sedimentos calcáreos biológicos del Pleistoceno (actualmente se presentan como afloramientos rocosos debido a que los sedimentos de origen calcáreo se compactaron y cementaron), que se formaron durante el descenso del nivel de mar que ocurrió probablemente en la etapa temprana de la regresión wisconiana ($\pm 30,000$ años).

De acuerdo con información de la CFE y de Diez & Esteban (2006), este proceso se originó a finales del Pleistoceno; y su génesis debe entenderse a partir de varios tipos de procesos litorales; el transporte litoral, eólico, sedimento biogénico, etc, condujeron a la formación de la barrera. Durante el Holoceno la laguna abierta hacia el noroeste de la Isla Mujeres se convirtió en una profunda y estrecha bahía. La barrera residual a ambos lados del punto de Cancún (Isla) permitió más tarde la formación de un tómbolo, de igual forma detrás del

punto Nizuc. El sistema de Islas Cancún y Nizuc se convirtieron en una barrera y se generaron como consecuencia de la actual laguna Nitchupté. Esa barrera presenta aproximadamente 17 km de longitud y de 100 - 400 m de ancho en su origen; sin embargo, ha evolucionado con tendencias a disminuir su longitud a 12 km actualmente. Partes de la barrera antigua aún permanecen como múltiples bancos de arena y, posiblemente, como islas actuales ejemplo de ello son Islas Mujeres y Contoy (ver siguiente figura).

Así la conformación de los tómbolos dio origen a los tres cuerpos lagunares que conforman el sistema Nichupté-Bojórquez, El Inglés y Nichupté (Grupo de Ingeniería Sagitario, 2002).

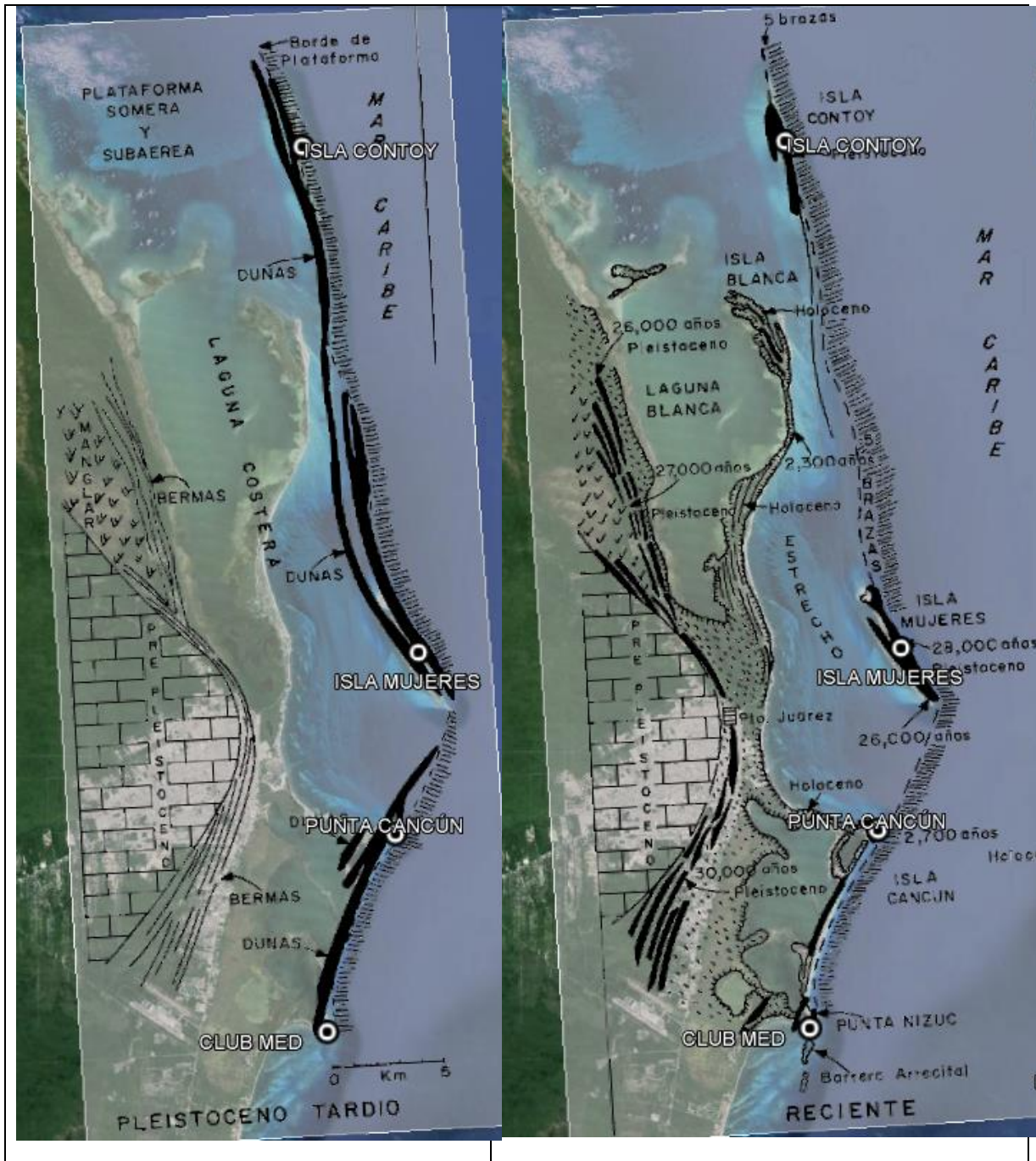


Figura IV. 39. Evolución geológica de la zona de estudio.

Esquema de Aguayo C., Bello M., & Del Vecchio C., 1980 compuesto imagen satelital (Google Earth).

En la actualidad, en el área que comprende el SAR, los procesos que se mantienen son naturales como la acumulación de turba, arcillas calcáreas y sedimentos finos arcillosos provenientes de la actividad biológica y azolves propios de sistemas lagunares. Además de estos procesos naturales se presentan otros con influencia antrópica al realizar trabajos de relleno en las playas de Punta Cancún a Nizuc (Gómez *et al.*, 2013).

En la siguiente figura se muestra con base en la información de INEGI, dentro del Área de Referencia y el SAR se encuentra la presencia de rocas sedimentarias del tipo calizas, pero sobre este tipo de rocas se presenta la formación de suelos recientes producto de la sedimentación. Así mismo, el Área de Referencia y el SAR no presentan ningún sistema de fallas ni fracturas geológicas.

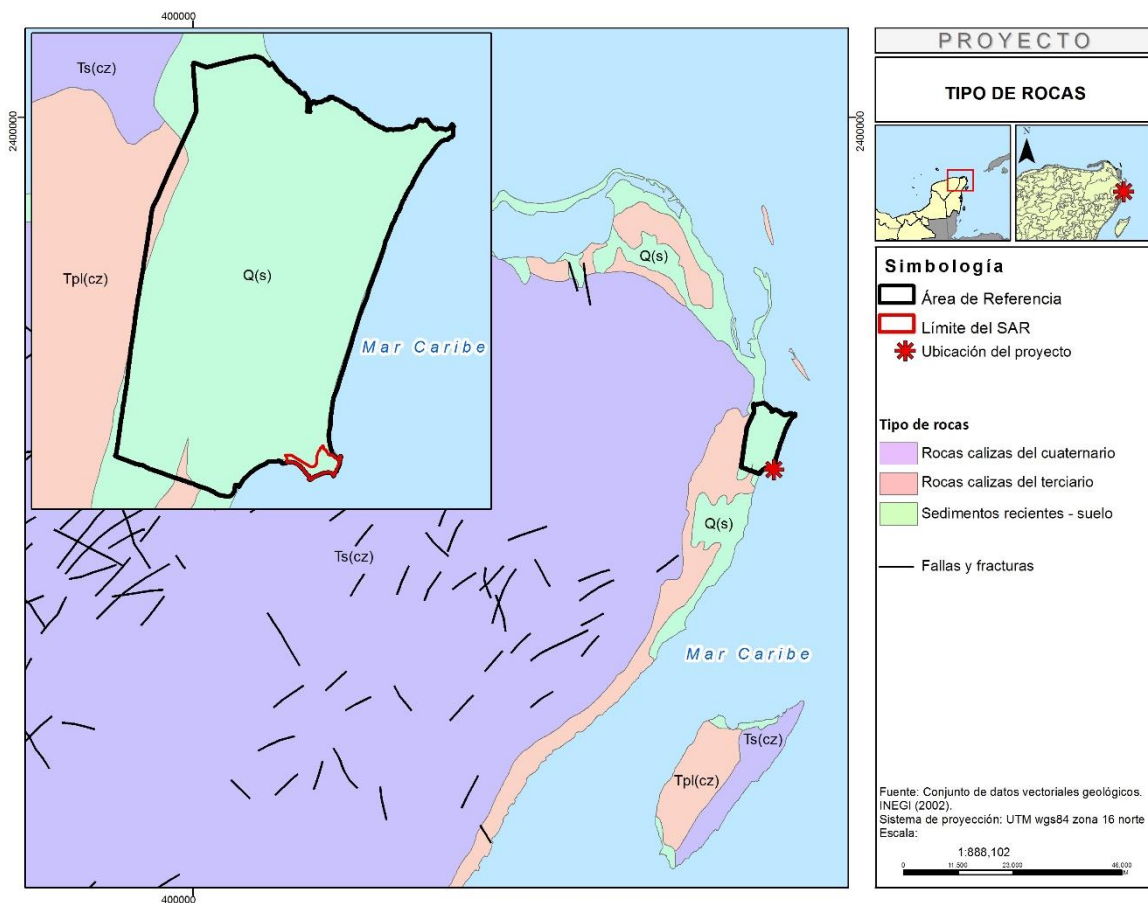


Figura IV. 40. Tipos de rocas presentes el SAR y el polígono del proyecto.

IV.4.7. Provincias fisiográficas

El Área de referencia, el SAR y el polígono del proyecto se encuentran ubicados en la provincia fisiográfica llamada Península de Yucatán, la cual consiste en una gran plataforma de rocas calcáreas marinas que ha venido emergiendo desde hace algunos millones de años, el terreno en la península es predominantemente plano, su altitud promedio es menor a 50 m sobre el nivel del mar y en la región centro-sur pueden encontrarse elevaciones hasta 350 m, la península es la provincia más joven de México como se observa en la siguiente figura (INEGI, 2008).

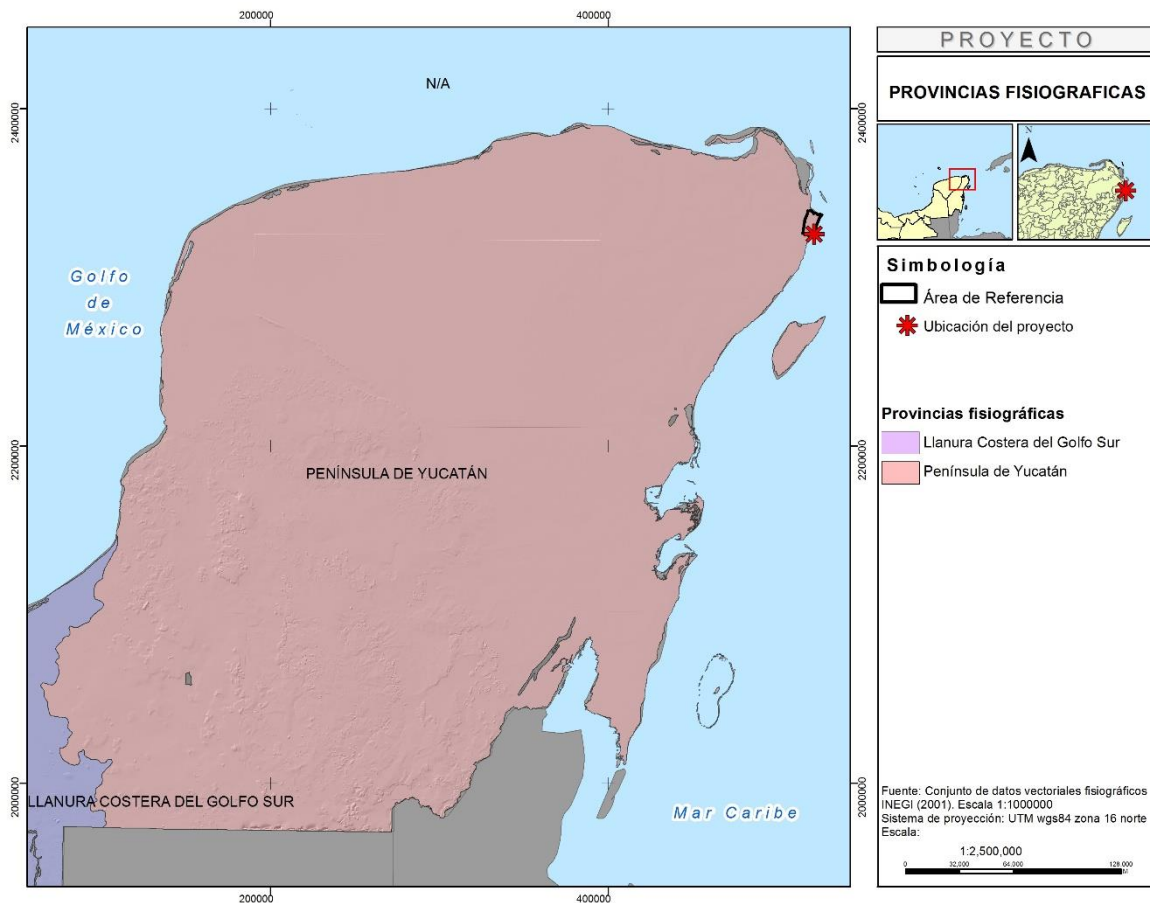


Figura IV. 41. Provincia fisiográfica XI “Península de Yucatán”.

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 Área de Referencia, el SAR y el polígono del proyecto se encuentran ubicados en la subprovincia fisiográfica denominada Carso Yucateco, la cual se extiende por la porción noreste de la entidad (ver 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).

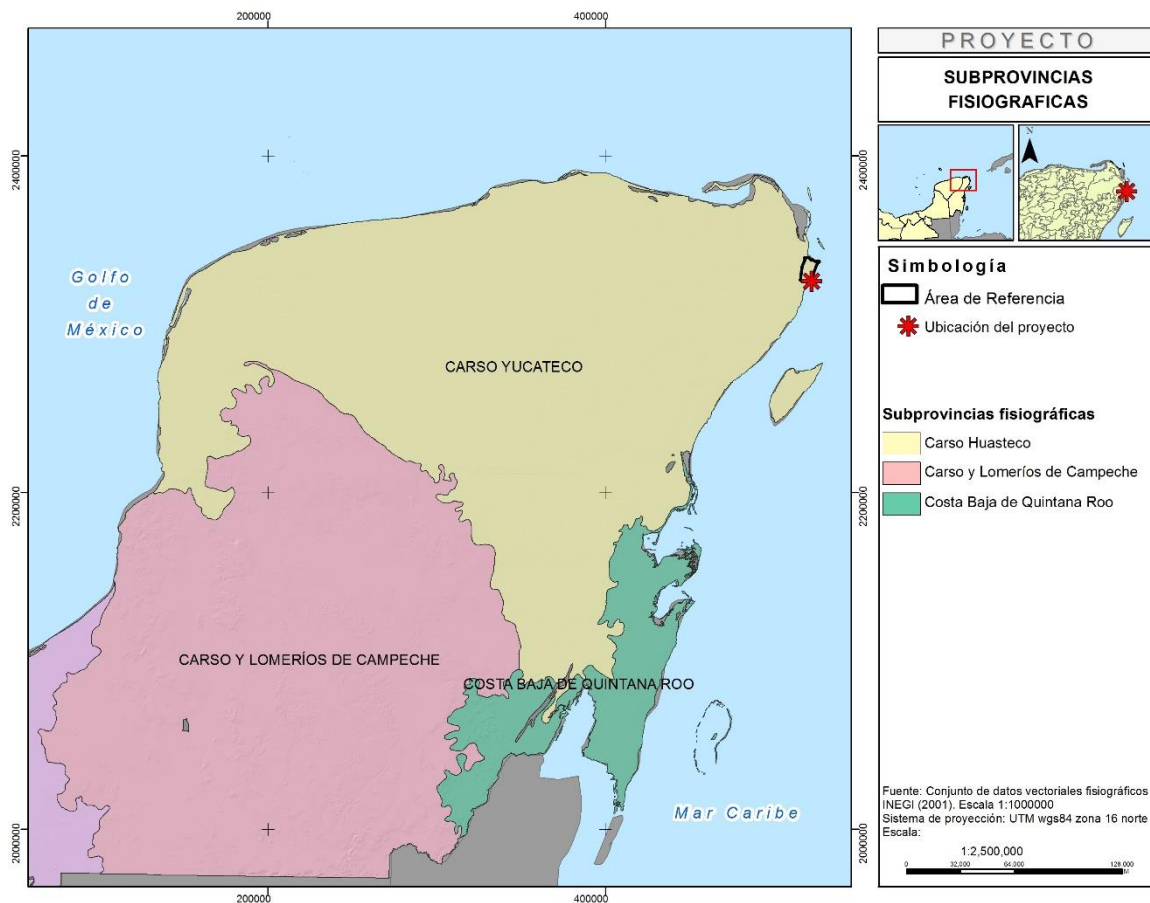


Figura IV. 42. Subprovincias fisiográficas en la región.

IV.4.8. Riesgos geológicos

IV.4.8.1. Sismicidad

Según el Servicio Geológico Mexicano el Área de Referencia y el SAR de este proyecto se localizan en una de las regiones sísmicas en México más estables denominada zona A, la cual se caracteriza por no presentar registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.

Por lo regular la actividad sísmica en la Península de Yucatán y por lo tanto en el SAR es poco numerosa y de baja magnitud. Sin embargo, cuando si llegan a presentarse como en el año de 2002 con una magnitud de 4.7, históricamente se presentó otro en 1908 (García & Suárez, 1996) y recientemente en 2015 con una magnitud de 4.2 en Quintana Roo (UNAM & Servicio Sismológico Nacional, 2015).

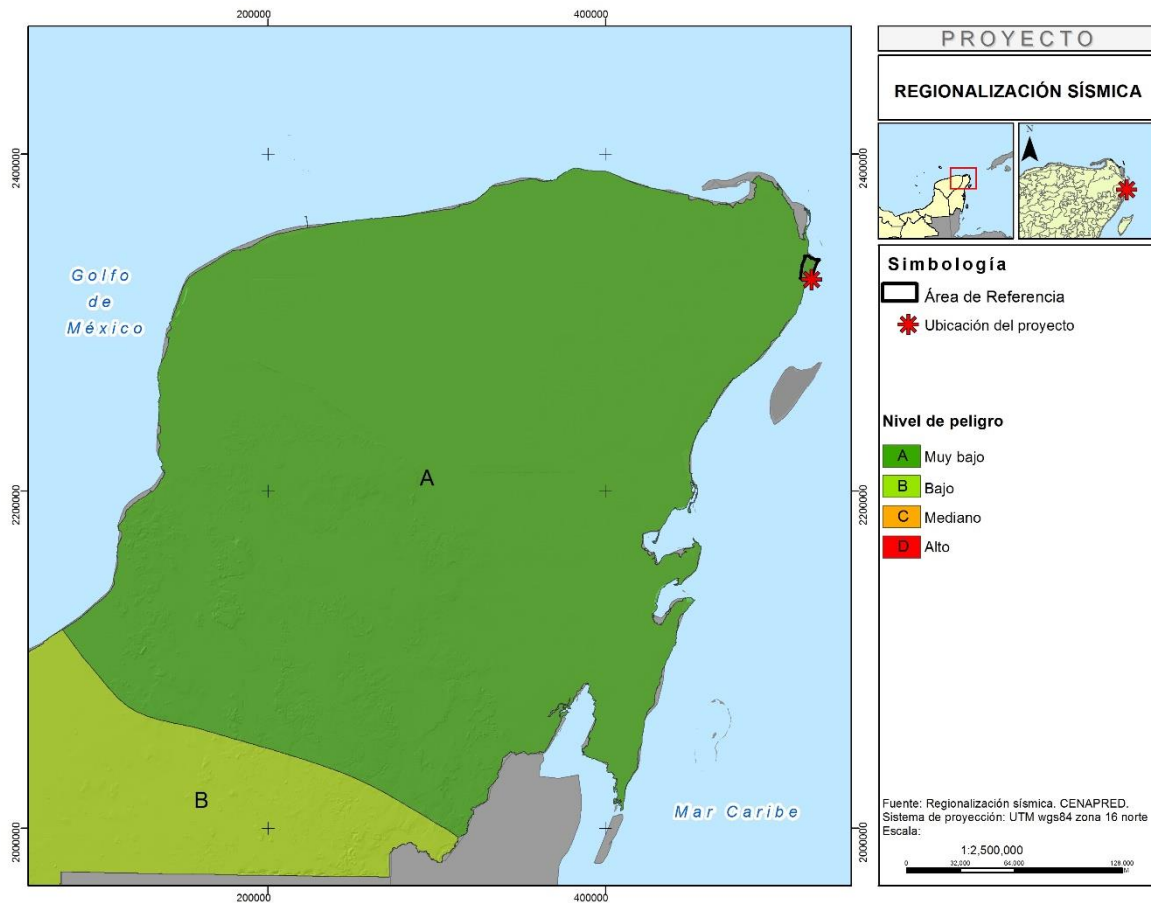


Figura IV. 43. Zonificación de la República Mexicana en base a su nivel de sismicidad, con énfasis en el SAR. Elaboración propia a partir del Atlas Nacional de Riesgos.

El catalogo histórico del SSN muestra que la zona donde se encuentra el SAR, se han reportado un total de siete sismos en un período entre 1998 y 2016 (28 años) descritos en la siguiente tabla por la cercanía del epicentro con respecto al SAR estos afectaron al área, sin embargo, debido a la magnitud de estos fenómenos, el impacto fue poco significativo ya que presentaron una magnitud de 2.9-5.4 ° en escala de Richter; en este intervalo los temblores son apenas perceptibles y suelen presentar daños menores (SSN, 2015).

Tabla IV. 3. Sismos que han tenido impacto en el SAR y el polígono 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
70416	2.9	19 kilómetros al noreste de Motul

De acuerdo con los resultados reportados por el SSN y el Instituto de Geofísica de la UNAM, se considera el área del SAR y donde se ubica el polígono del proyecto, con aptitud positiva de acuerdo a la naturaleza del proyecto, ya que su ubicación espacialmente es una zona con actividad sísmica muy baja.

IV.4.8.2. Deslizamientos

De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos, no se tienen registros de deslizamientos o derrumbes ocurridos en el Área de Referencia, el SAR y el polígono del proyecto. La topografía en la zona presenta poco contraste altitudinal (Lugo *et al.*, 1992), no se presentan elevaciones prominentes lo que contribuye a que exista estabilidad en los terrenos, presentándose entonces una zona un área libre de riesgos asociados a procesos de remoción en masa, según el Atlas Nacional de Riesgos esta área cae en la categoría de muy baja susceptibilidad de inestabilidad (ver siguiente figura).

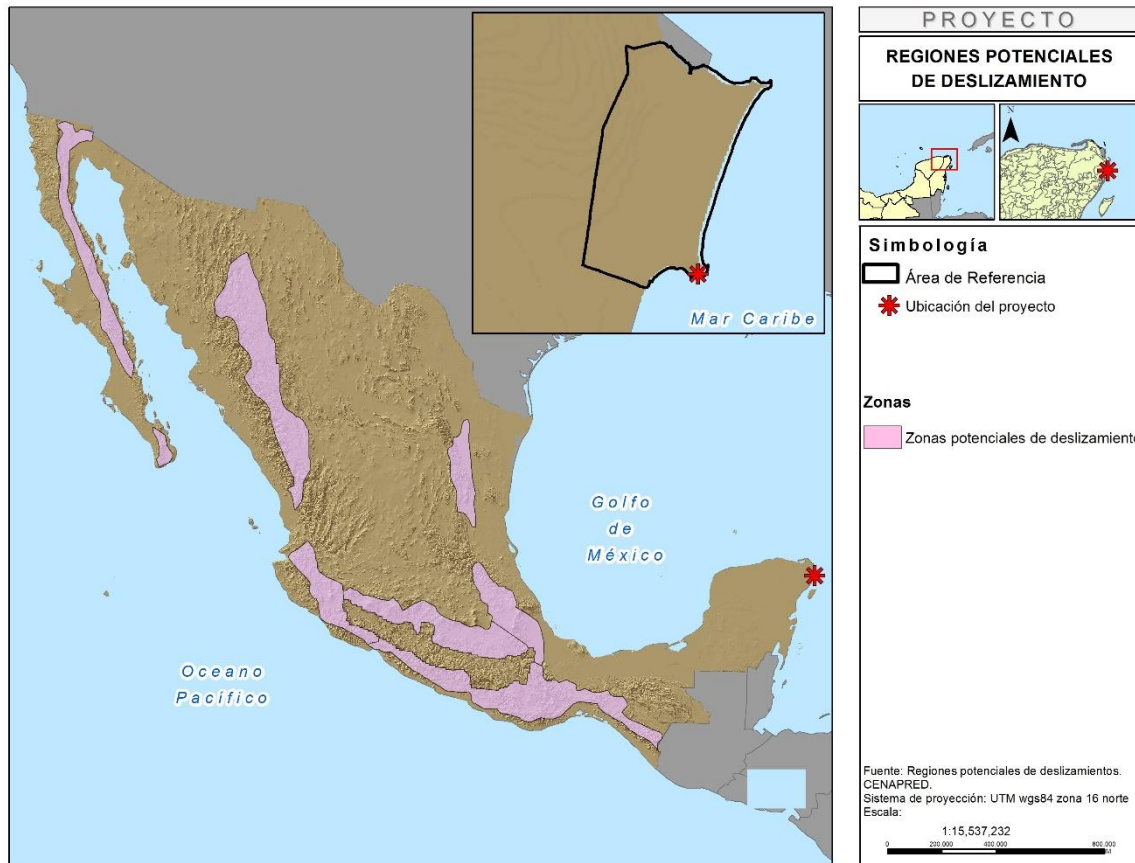


Figura IV. 44. Riesgo por deslizamiento en la República Mexicana con énfasis en el área del proyecto.

Elaboración propia a partir del Atlas Nacional de Riesgos.

IV.4.8.3. Fallas y fracturas geológicas

De acuerdo a la ubicación espacial de SAR y el polígono del proyecto no se registran fallas o fracturas geológicas regionales. Actualmente la zona de fallas y fracturas se localiza en el bloque de la Península de Yucatán, limitando al sur con Belice (Bautista & Palacio, 2005).

IV.4.8.4. Vulcanismo

El SAR del proyecto se encuentra en una zona libre de actividad volcánica; por lo que no presenta riesgo alguno.

IV.4.9. Geomorfología

A nivel regional la estructura del relieve de la península de Yucatán tiene una estrecha relación con la estructura geológica, aparentemente construida en dos bloques, donde a partir de un mapa morfométrico se identifican dos zonas de altitud; una correspondiente a la porción norte con menos de 50 m (donde se localiza el SAR), y otra en la parte sur hasta de 400 m, la altitud expresa la intensidad diversa del levantamiento tectónico (Lugo et al., 1992).

El mapa de energía del relieve evidencia los cambios neotectónicos que influyen en el relieve, en la parte norte los efectos de la erosión fluvial son mínimos, mientras que en la parte sur se conjugan los movimientos verticales que han originado superficies más elevadas, con erosión que forma depresiones en zonas de debilidad estructural.

Otro de los relieves que se presentan dentro de la península de Yucatán es el karst (ver siguiente figura) el cual su origen y evolución sigue sin ser resueltos, Gerstenhauer (1969) considera que hubo dos etapas: una antigua, paleogénica, en una superficie elevada, con formas de ambientes tropicales; otra joven, en la planicie, de hasta 25 o 30 m.

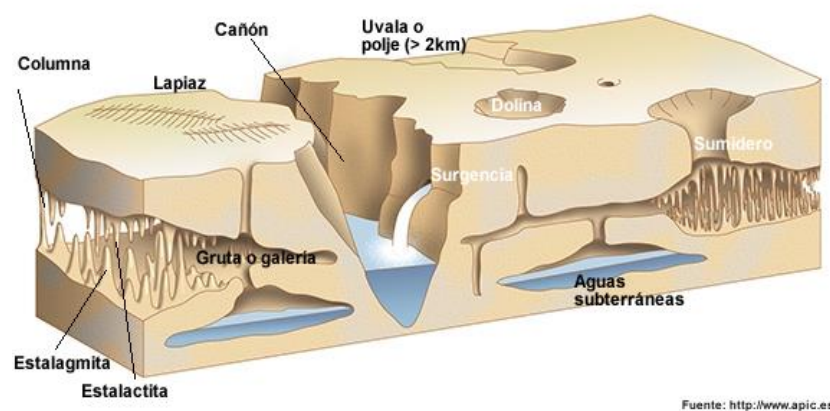


Figura IV. 45. Principales componentes del relieve kárstico.

Particularmente en la porción noroccidental de la península (localización del SAR), predomina la planicie con menos de 10 m de altitud, presenta pocas evidencias de relieve cárstico, reducido a lapiaz y algunos cenotes de boca ancha, con nivel somero del agua. En donde el desarrollo cárstico escaso se debe a cuatro factores, poca precipitación, relieve joven (Cuaternario), débil contraste y estratos delgados (Lugo *et al.*, 1996).

El SAR y el polígono del proyecto presentan un relieve sensiblemente plano, con una leve inclinación no mayor de 0.01% y pendiente de dirección oeste a este, hacia el mar Caribe, además con algunas colinas de tamaño pequeño y numerosas hondonadas; la altura media es de 10 msnm.

Las topoformas que se presentan en el Área de Referencia, el SAR y el polígono del proyecto, son la Playa o barra inundable salina (ver siguiente figura); se presenta la definición de cada una con respecto al Diccionario de Datos fisiográficos editado por INEGI (2005).

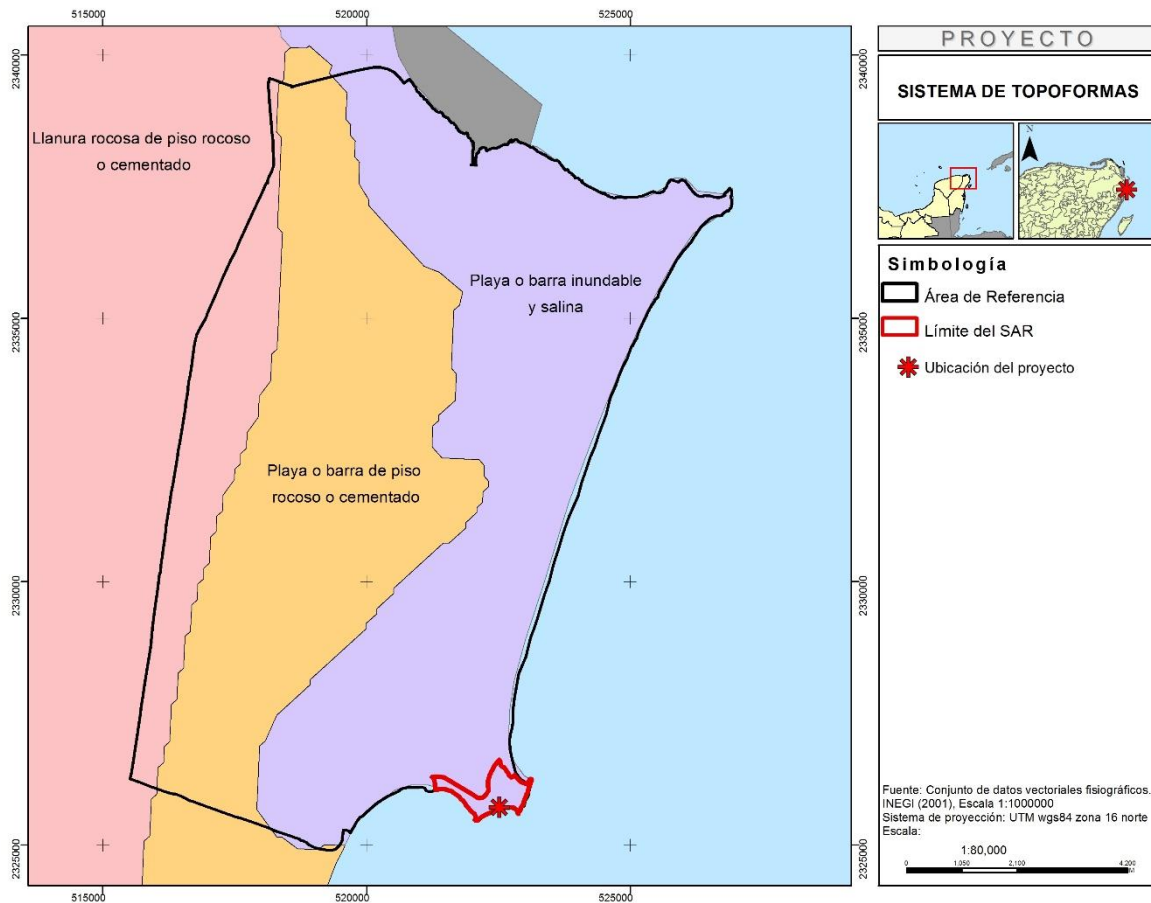


Figura IV. 46. Topoformas presentes en el SAR.

Dadas estas características de pendiente el polígono del proyecto tienen un rango de 0% – 1% con un declive hacia el litoral costero, lo que hace a esta zona casi plana por lo que es idónea para la construcción, debido a que no se requieren nivelaciones, sin embargo las actividades agropecuarias se dificultan por la falta de drenaje natural del agua de lluvia.

La región costera presenta una geomorfología particular con ciertas características que delimitan y caracterizan el medio, para ello es importante entender el concepto de zona costera, como la zona de transición, donde la tierra se encuentra con el agua, la región que está directamente influenciado por los procesos hidrodinámicos 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 topografía 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 años han existido varios intentos por comprender como se forman las costas y como afectan las actividades humanas estos procesos, resultando en varios esquemas de clasificación. Las clasificaciones en general se basan en las similitudes de sus características geológicas y ambientales.

Dentro de las clasificaciones de la zona costera se menciona a Shepard (1948-1973), quien clasifica a la zona de Cancún como una Costa Secundaria formada por procesos marinos de depositación biológica de arrecifes de coral. Esta clasificación 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 (desintegración de los arrecifes de coral).

La clasificación de Davies (1964) y Hayes (1979) que clasifica la costa con base en el rango de marea, refiere a Cancún como una costa micromareal, y finalmente relacionando la clasificación con base en el rango de marea y además el oleaje; se trata de una costa de oleaje dominante.

Así la geomorfología de la costa noroccidental de Yucatán consta, en su mayoría de planicies de playas bajas acumulativas, que forman el tramo frontal de las islas de barrera y se extienden por poco más de 608.6 km, el resto está constituido de costas rocosas (Graizbord et al., 2004).

La región costera es una franja paralela a la costa de más de 20 km de ancho, en la que afloran calizas compactadas, de ambiente marino en facies de banco litoral de textura fina a media, dispuestas en capas masivas de color crema y blanco, con abundantes microfósiles. La unidad presenta algunos horizontes calcáreos-arcillosos friables y margas blancas. Sus afloramientos conforman una banda más o menos amplia a lo largo de la costa, la cual registra un espesor estimado de 80 my descansa sobre calizas de la formación Carrillo Puerto del Mioceno (García & Graniel, 2000).

Otra de las formaciones de relieve de importancia en la región es el una isla de barrera, que comprende toda la zona hotelera, la isla está delimitada en los extremos por dos

tómbolos, que se conocen como Punta Cancún y Punta Nizuc, formación de zonas inundables al interior del sistema lagunar Nichupté y formación de playas hacia Puerto Juárez al norte y Puerto Morelos al sur.

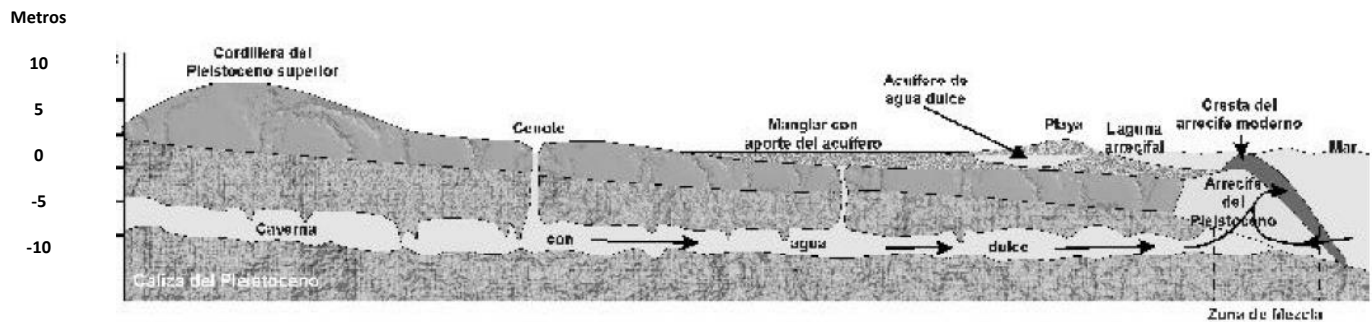


Figura IV. 47. Esquema de los principales relieves en el SAR (Molina *et al.*, 1998).

De acuerdo con (Aguayo *et al.*, 1980), en la isla de barrera de Cancún se tienen tres tipos principales de ambientes de depositación:

- ✓ Ambiente de playa
- ✓ Ambiente de laguna abierta o estrecha
- ✓ Ambiente de laguna restringida y protegida

El ambiente de playa corresponde a todo el frente de la actual zona hotelera de Cancún, el cual corresponde con una playa abierta donde los frentes del oleaje se alinean con la orientación de la costa. La composición del sedimento es arena fina bien clasificada formada por oolitas en mayor proporción (entre 85 y 95%) y fragmentos de coral. Las oolitas son partículas carbonatadas casi esféricas que presentan una estructura concéntrica interna, y con diámetros que varían entre 0.25 a 2.00 milímetros. Estas estructuras se originan por la acción del oleaje y corrientes continuas en lugares donde se presenta una depositación rápida de calcita. Ward (1974 a y b) señala que las oolitas se

forman frente a la Isla de barrera de Cancún, en aguas someras, a menos de 10 m de profundidad.

En el estudio de Ward & Brady (1979) mencionan que la sedimentación 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 región del Caribe (Cuba, República Dominicana), el depósito de material carbonatado en bancos de material se encuentra dominada por las mareas.

Los sedimentos de playa en Punta Nizuc (donde se localiza el SAR y polígono de proyecto) están formados por arena mal clasificada, la cual se constituye por restos de fragmentos de corales y en menor cantidad de moluscos, briozorios, espículas de esponjas, alcionarios y equinodermos, microforaminíferos bentónicos y escasas oolitas (Aguayo *et al.*, 1980).

Asociado a estas playas se encuentra un depósito de eolianitas del Pleistoceno, que también suministran sedimentos a la playa (Aguayo C., Bello M., & Del Vecchio C., 1980).

En la siguiente figura se muestra el modelo digital de elevación para toda la zona de Cancún, en el cual se observan las formaciones de líneas de costa antiguas que se formaron en el pleistoceno (30,000 años), cuando la isla de barrera de Cancún no estaba conectada al continente y era una secuencia de crestas de sedimentos calcáreos biológicos (actualmente se presentan como afloramientos rocosos debido a que los sedimentos se compactaron y cementaron) y no se habían formado los tómbolos. En el reciente (Holoceno 2,700 años) se formaron los depósitos de sedimento que constituyen principalmente los tómbolos en Punta Cancún y Punta Nizuc que confinaron el sistema Lagunar Nichupté.

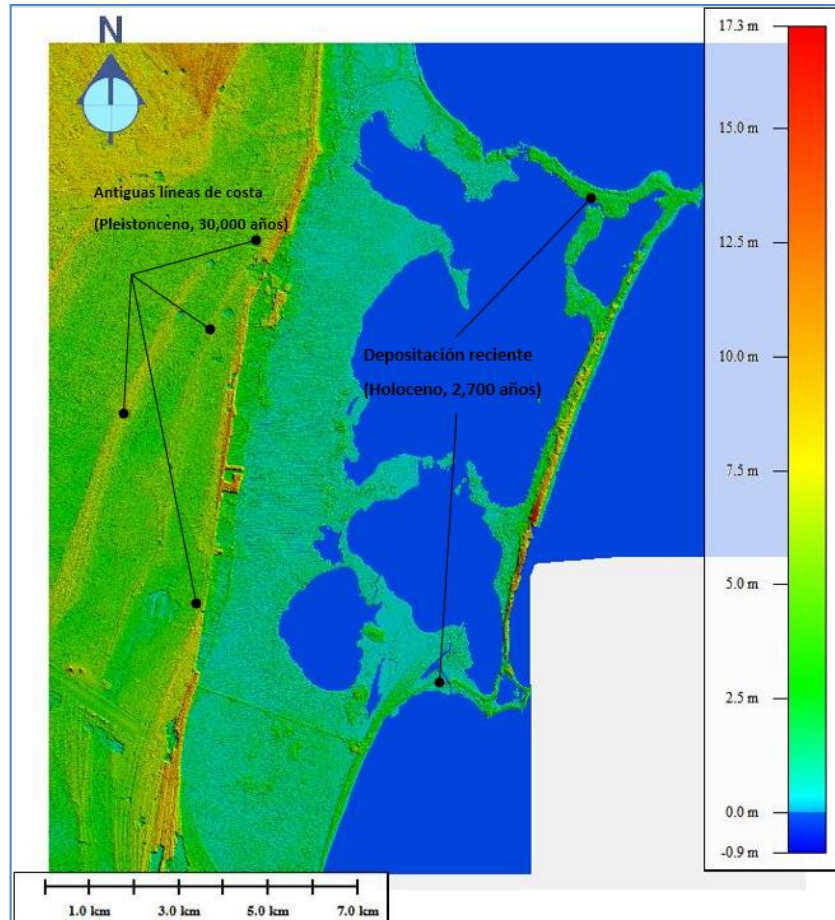


Figura IV. 48. Modelo digital de elevación (terreno) escala 1:10,000 y resolución horizontal de 5 m y vertical de 1 m. 2012. (INEGI, 2007).

Las crestas de sedimentos de origen calcáreo del pleistoceno y holoceno a las que se hace referencia en este documento, sufrieron un proceso de litificación (compactación y cementación), 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 continuación se presentan varias imágenes de tomas realizadas en la zona de estudio, que muestran los afloramientos rocosos que en el pleistoceno y holoceno fueron acumulación de sedimentos calcáreos.

A lo largo del documento, se hace referencia estos afloramientos como:

- Afloramientos rocosos

– Afloramiento de roca eolianita

En la siguiente figura se evidencia la presencia de estos afloramientos rocosos.



Figura IV. 49. Fotos de afloramientos rocosos (roca eolianita) a lo largo de la Barra de Punta Nizuc.

Punta Nizuc

En la figura siguiente se puede observar la ubicación de los afloramientos rocosos (sedimentos calcáreos biológicos litificados del pleistoceno, 28,000 años) que indujeron la formación de tómbolos en Punta Nizuc.

Se identifican tres afloramientos de eolianita con similar orientación sursureste (SSO) - nornoreste (NNE). El afloramiento de roca 01 está alineado con la línea de costa de la Riviera Maya, este es más antiguo que el 02 y el 03. El afloramiento rocoso 02 tiene un desarrollo que corre sobre el Boulevard Kukulkán, separando la laguna La Caleta del sistema lagunar Nichupté. Corre de la playa del hotel Nizuc R&S hasta la playa de la zona hotelera de Cancún. Finalmente el afloramiento rocoso 03 se desarrolla en el límite de la costa, de la punta donde se ubica el Club Med hacia el límite de la zona hotelera de Cancún.

Posteriormente en el holoceno (2,300 años), se formaron los tómbolos que dan la forma costa actual. La Zona 1 (línea naranja) que es una línea de costa que forma parte del tómbolo que se desarrolló por la sombra que le generaba el afloramiento rocoso 02 al oleaje y posteriormente la Zona 2 y 4 (línea verde y magenta) que son línea de costa que forman parte del tómbolo que se desarrolló por la sombra que el afloramiento rocoso 03 generaba al oleaje.

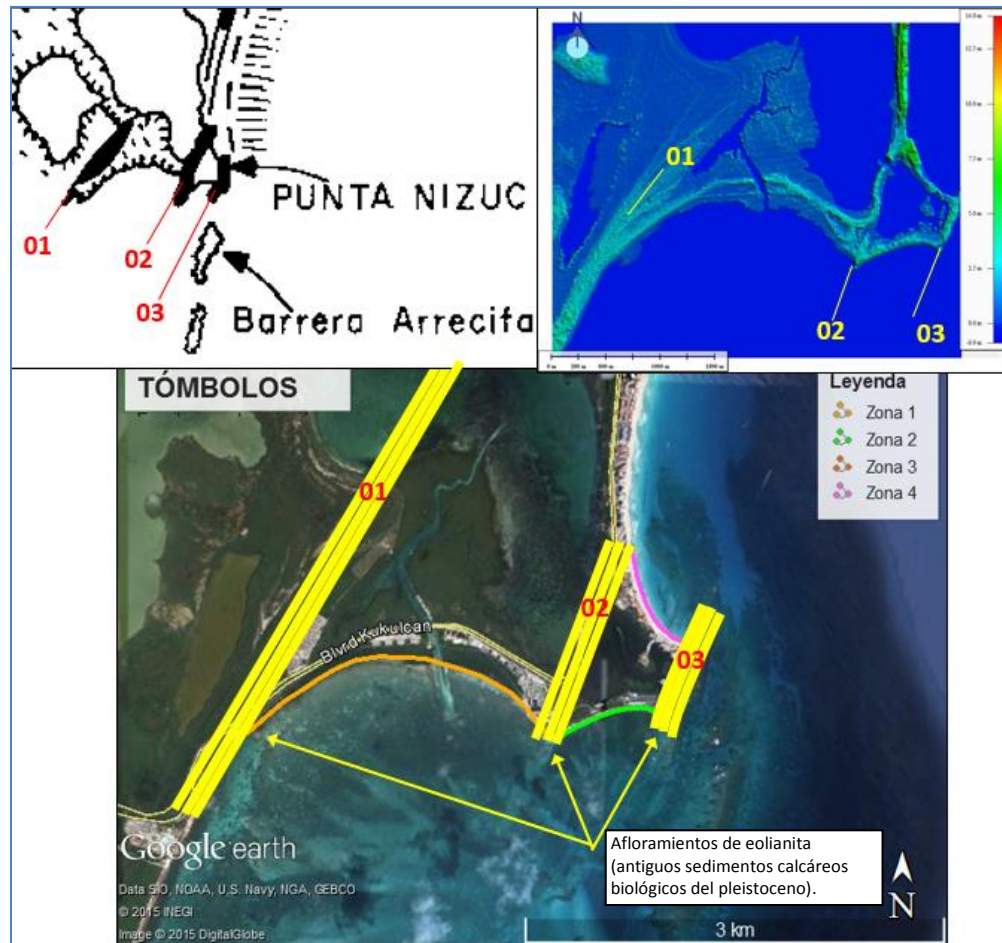


Figura IV. 50. Ubicación de las antiguas barras de sedimentos calcáreos que dieron origen a los tómbolos desarrollados en Punta Nizuc.

Con base en (Aguayo C., Bello M., & Del Vecchio C., 1980).

En la figura anterior se puede identificar a través del modelo digital de elevación para la zona de estudio, la progradación de la costa en el tiempo a través de la identificación de antiguas líneas de costa (01, 02 y 03).

También se puede identificar los tómbolos que fueron desarrollándose a lo largo de los años y que dan forma a lo que actualmente se conoce como Punta Nizuc y que el sitio de estudio se ubica sobre el tómbolo que se formó por la sombra del afloramiento rocoso 03, que se ubica en el límite de la costa con el océano.

Zona 2 (tramo de la costa del sitio de estudio)

La zona donde se ubica el polígono del proyecto es la Zona 2, que forma parte del tómbolo 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 donde se ubica el polígono del proyecto, subyace un cordón sólido de roca eolianita que sobresale sobre el terreno. Este cordón que tiene de 3 a 7 m de altura y en el holoceno fue una barra de sedimentos calcáreos biológicos (hace ~2,700 años). Durante los recorridos que se llevaron a cabo en la zona de estudio se pudo identificar el desarrollo del cordón de eolianita a todo lo largo de la Zona 2, con cubierta en la parte alta de vegetación y en la parte baja por una capa de arena fina. Se tomaron registros fotográficos de este rasgo geomorfológico que funciona como protección al polígono del proyecto (ver la siguiente figura).

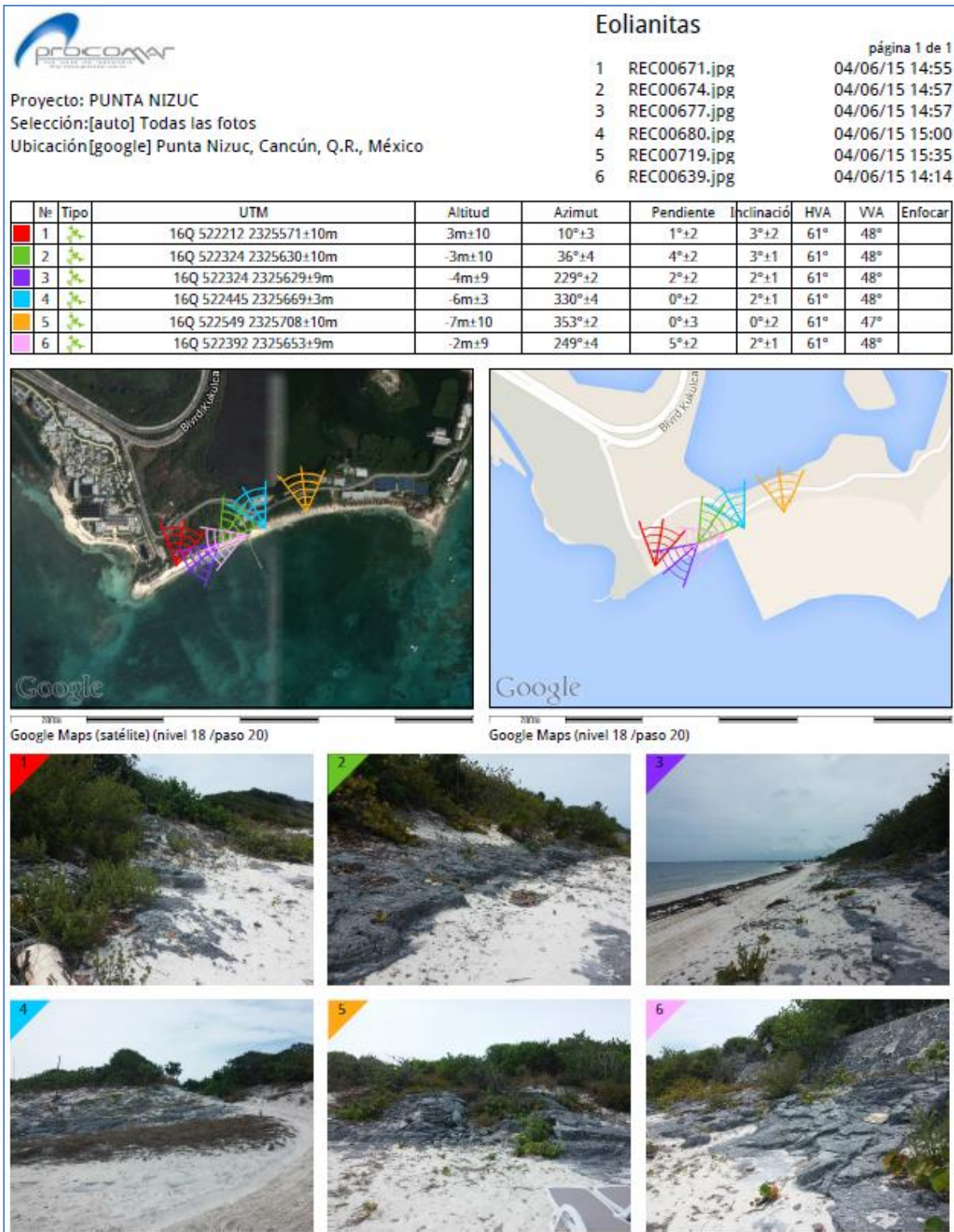


Figura IV. 51. Vista del afloramiento rocoso de eolianita que sobresale por la parte posterior de la playa.

También se tomaron registros fotográficos de detalle de la composición de la roca eolianita (ver la siguiente figura).

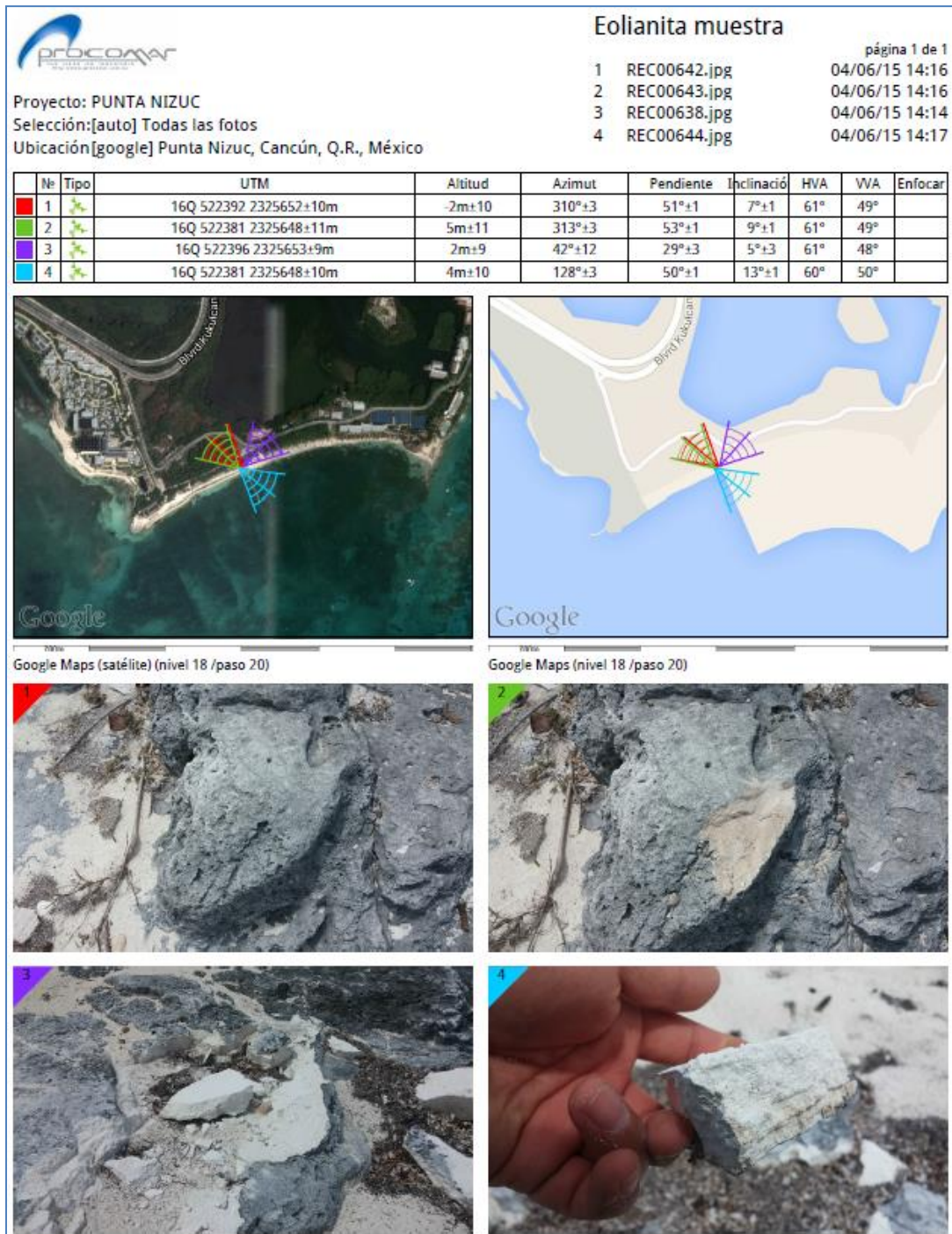


Figura IV. 52. Muestras de la roca eolianita que aflora en la parte posterior de la playa.

Por la parte posterior del polígono del proyecto (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 composición de fango calcáreo de acuerdo con (Aguayo C., Bello M., & Del Vecchio C., 1980).

Bajo las aguas de Nichupte y Bojórquez se encuentran arcillas calcáreas en espesores que varían 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 estratigráficos del suelo en Punta Nizuc que corresponden con la estratigrafía que tiene la zona de estudio, sobre la cual se aprecia que el polígono del proyecto se desplanta sobre el afloramiento de roca eolianita que se extiende hasta la playa y hasta el límite de la laguna.

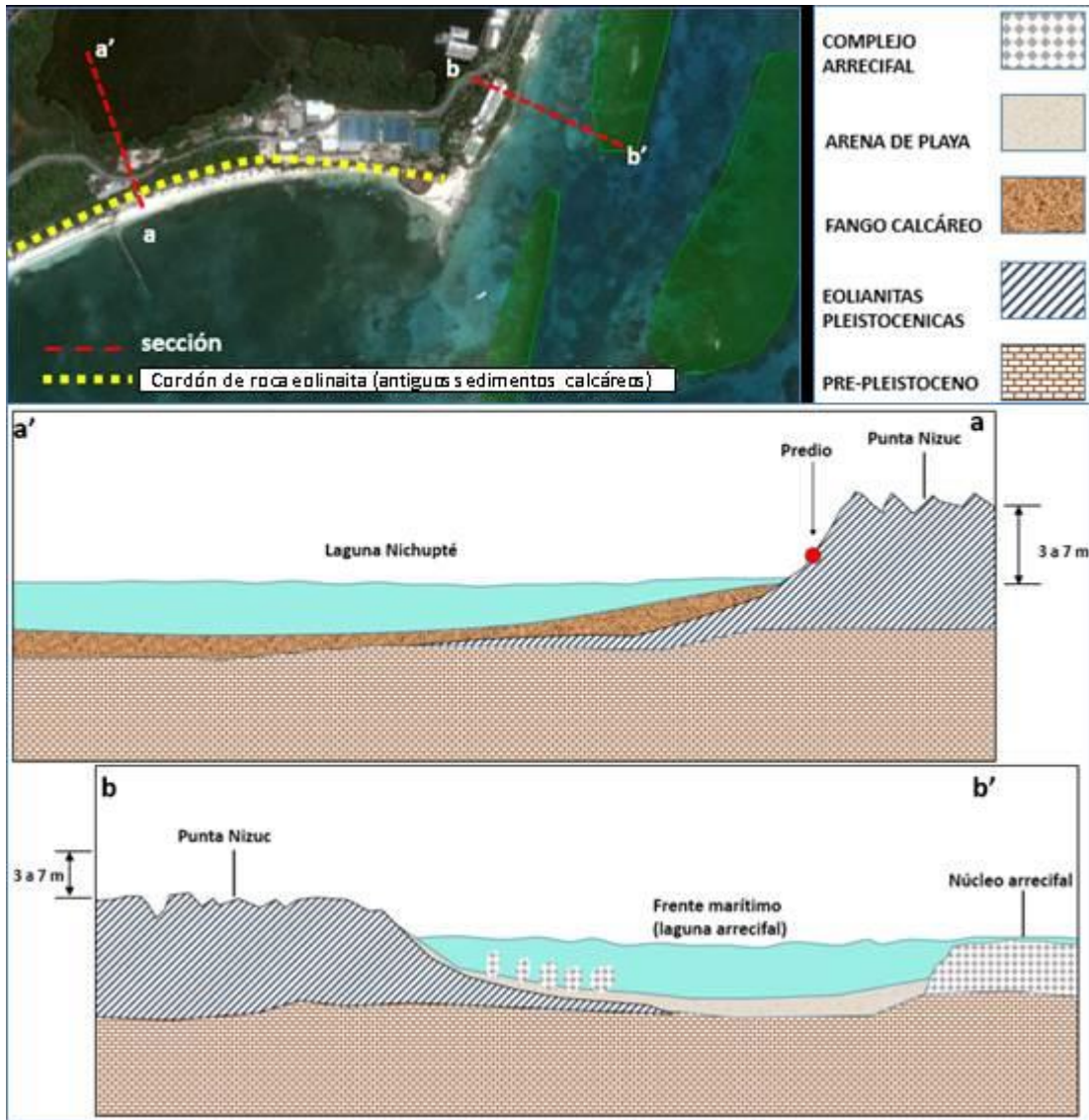


Figura IV. 53. Esquemas del perfil estratigráfico del suelo en Punta Nizuc.

Esquema basado en (Aguayo C., Bello M., & Del Vecchio C., 1980).

Empleando un modelo digital de terreno que se elaboró a partir de un vuelo aerofotográfico que se realizó para este estudio los primeros días del mes de junio 2015, se puede establecer una aproximación de la configuración del terreno, el cual tiene una superficie caprichosa, con mayor elevación en la zona central y hacia el oriente, alcanzando aproximadamente 10 m (Ver siguiente figura).

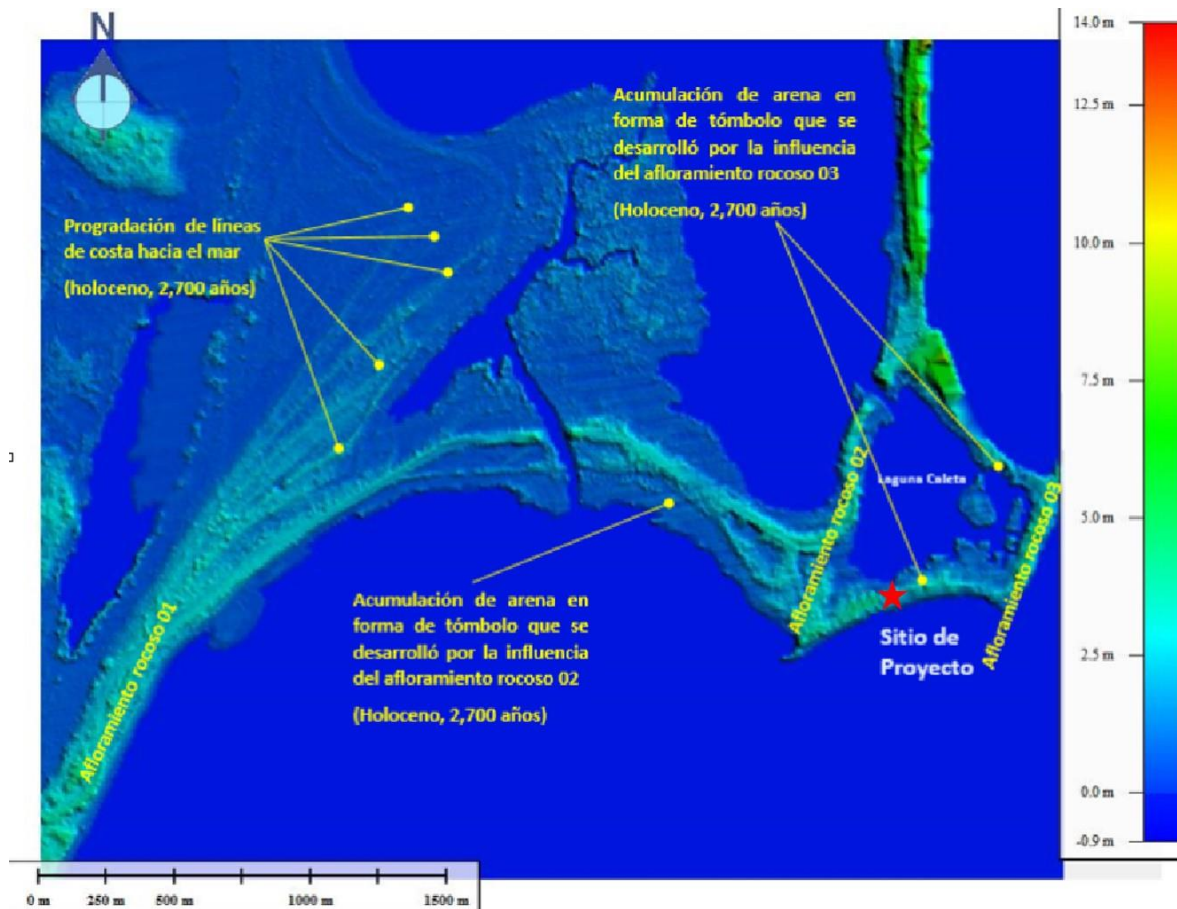


Figura IV. 54. Modelo digital de elevación (terreno) en Punta Nizuc, escala 1:10,000 y resolución horizontal de 5 m y vertical de 1 m. 2012.

(INEGI, 2007).

Morfología de la Playa

La zona de estudio presenta una playa encajada de 800 m de longitud que está apoyada en sus dos extremos por 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 planimétrica que tiene o tendrá una

línea de costa en una playa apoyada, es mediante la utilización de los modelos geomorfológicos.

Es posible que aunque se trata de una playa encajada con dos elementos rocosos en los extremos que la soportan, en el extremo poniente de punta Nizuc se presentan en algunas ocasiones fugas de sedimento, principalmente cuando el oleaje es de tormenta, ya que llega con una mayor energía.

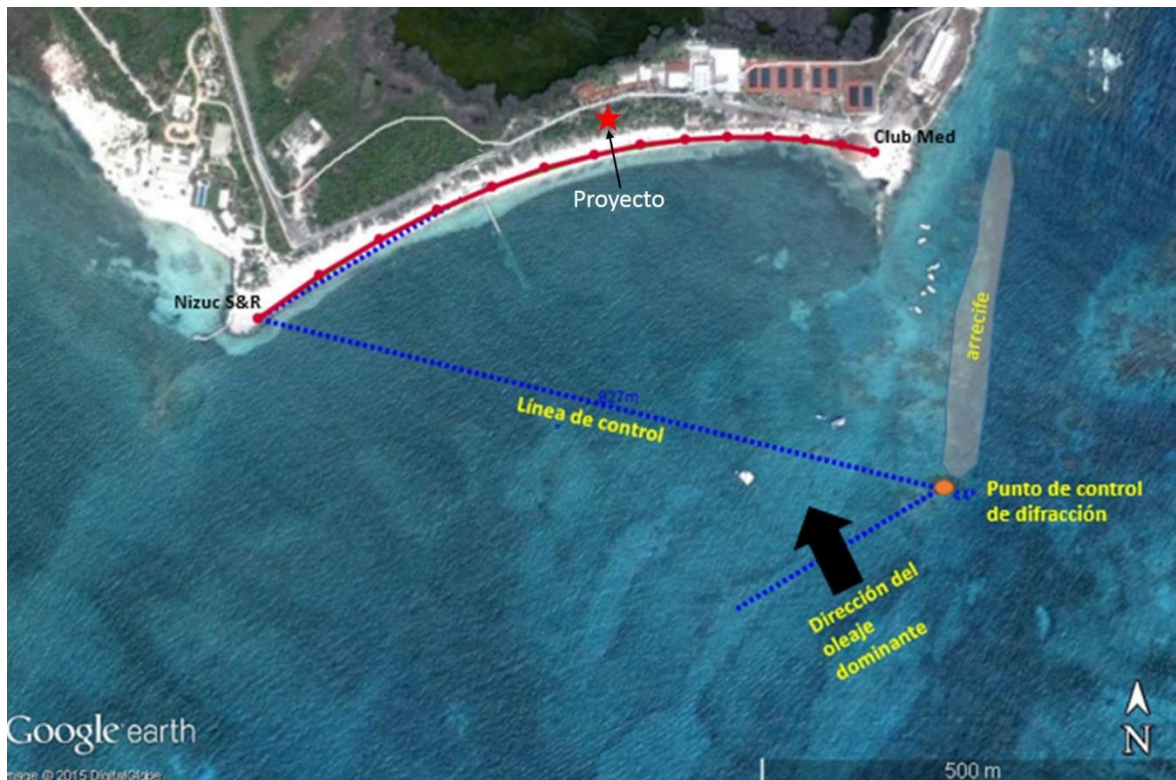


Figura IV. 55. Forma de equilibrio de largo plazo de la playa en la zona de estudio. Diseño con modelo parabólico.

Con base en el análisis de la forma planimétrica de la zona de estudio actualmente, la playa se encuentra en equilibrio; pues su forma corresponde con la geometría que debería alcanzar en el largo plazo tras la actuación periódica y constante del oleaje predominante.

Es importante señalar 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 conformación 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.

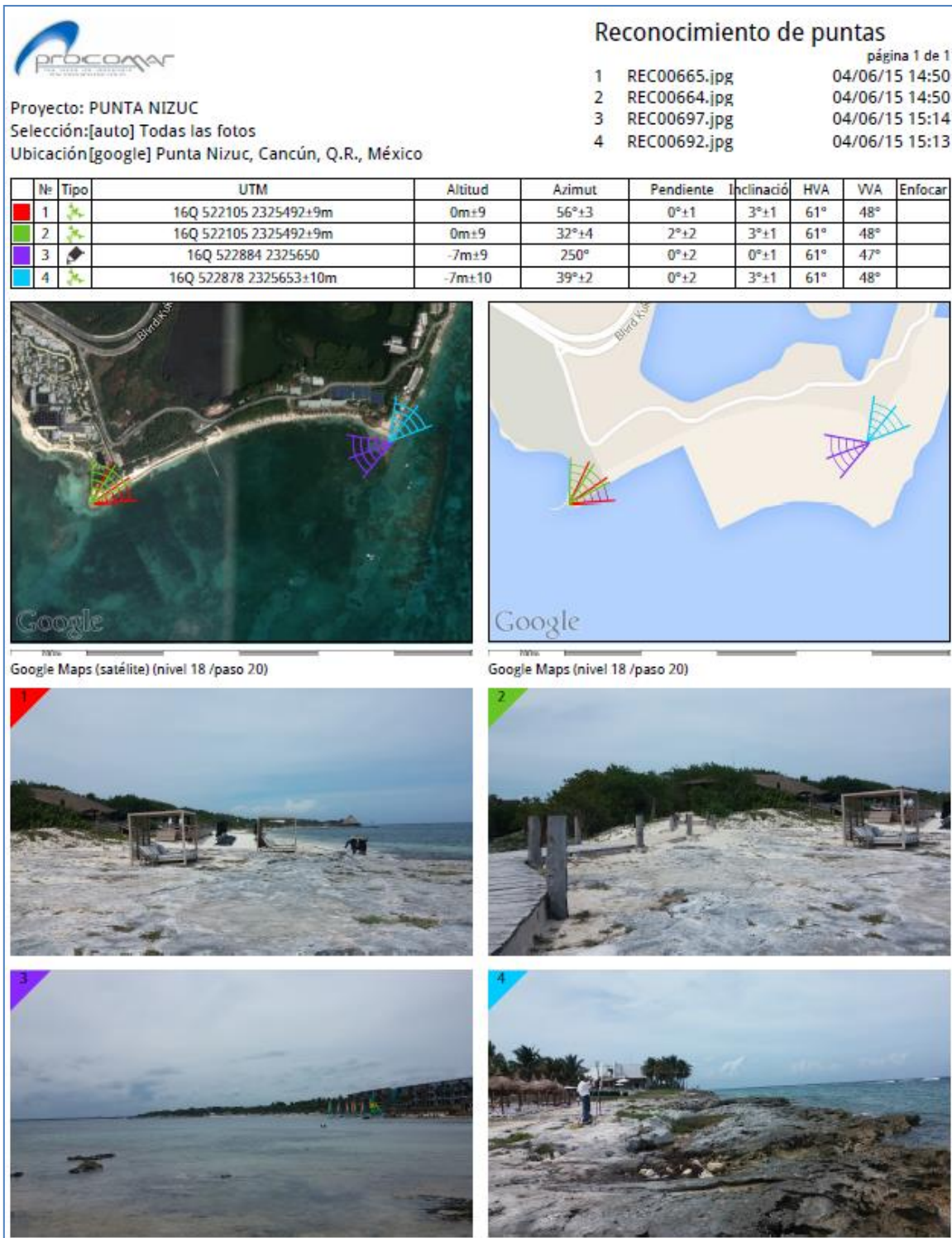


Figura IV. 56. Figura que muestra la conformación de las puntas y vista de una punta a la punta contraria. 04 junio 2015.

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 límite del edificio del Club Med. Se señala 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 donde se localiza el proyecto.

El perfil tipo I, se caracteriza por presentar un afloramiento rocoso de eolianita que delimita la playa, que como ya se había comentado en los párrafos anteriores antes existía una cresta de sedimentos calcáreos biológicos que por proceso de litificación de sedimentos eólicos éstos se cementaron generando con ello un promontorio rocoso.



Figura IV. 57. Identificación 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 del polígono del proyecto, que puede variar ligeramente debido a que es una playa encajada donde el transporte litoral es nulo, además de que está ubicada frente a una zona arrecifal que brinda protección suficiente para mantener estable la playa. Debido a que la variación 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).

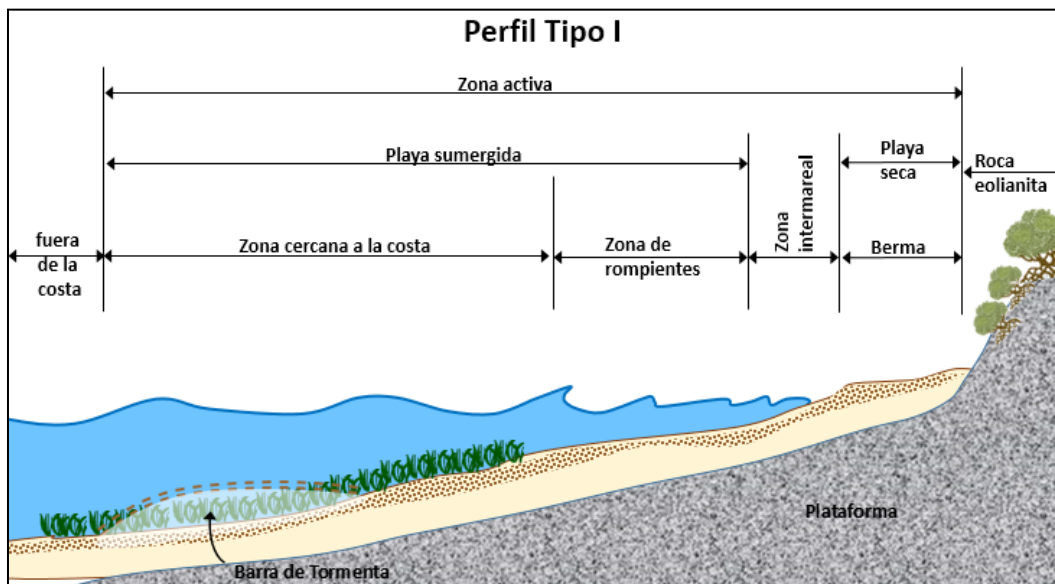


Figura IV. 58. Perfil tipo I que se desarrolla a lo largo de 550 m del frente de playa y que cubre todo el frente de la playa donde se ubica el polígono del proyecto.

En la siguiente figura se puede observar la conformación del perfil de playa en la zona I.

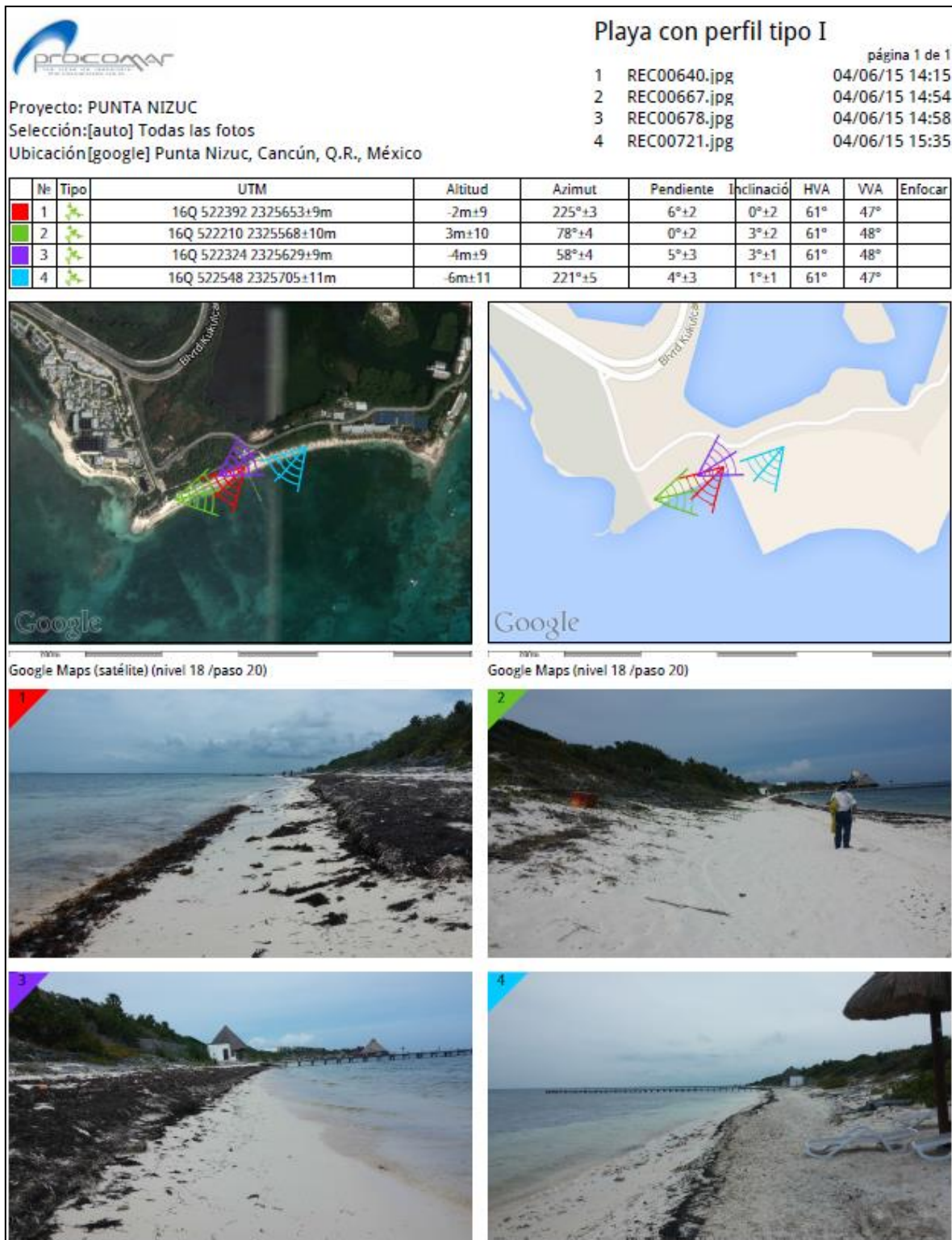


Figura IV. 59. Vista de los perfiles de plata tipo I. recorrido de campo del 04 de junio 2015.

El perfil tipo II, es el perfil que se desarrolla desde el hotel Nizuc hasta el límite del edificio del Club Med. Se señala en la figura (IV.58.) 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 máximo 20 m (playa seca y playa mojada). Es importante señalar que en esta zona, la playa tiene una cantidad importante de fragmentos de roca mezcladas con la arena.

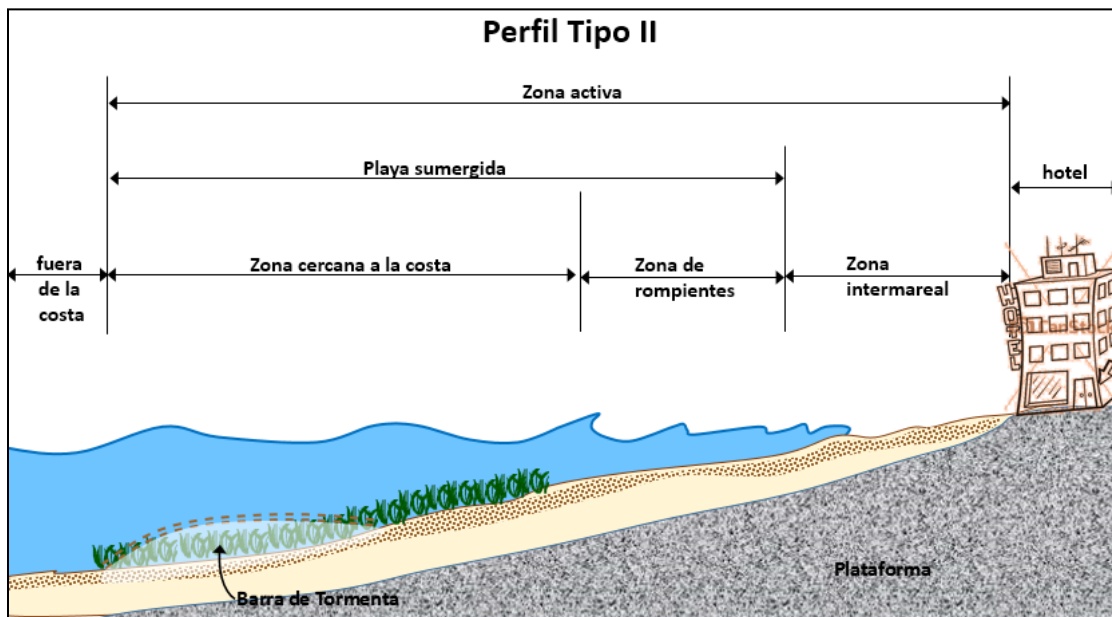


Figura IV. 60. Perfil tipo I que se desarrolla a lo largo de 550 m del frente de playa y que cubre todo el frente donde se ubica el polígono del proyecto.

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.

También se puede distinguir en la figura anterior la cercanía del muro de contención sobre la playa seca.



Figura IV. 61. Vista de los perfiles de playa 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 mínimo, por lo cual, al presentarse cualquier evento climático 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 límite del predio y en la playa del perfil tipo II en varios puntos.

El sedimento que caracteriza la playa es una arena en el límite de arena media que tiene un diámetro d_{50} de 0.4 a 0.5 mm y una densidad de 2.58 a 2.65 ton/m^3 , lo que corresponde con una densidad del grano de calcita, que tiene una densidad absoluta de 2.59 ton/m^3 (PROCOMAR, 2006).

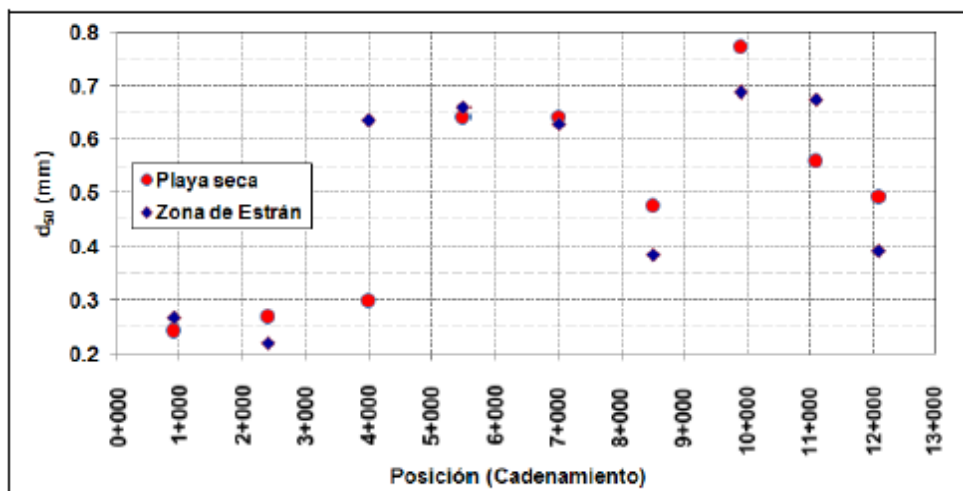


Figura IV. 62. Distribución de muestras a lo largo del frente costero y diámetros característicos asociados. Fuente especificada no válida.

La arena con mayor homogeneidad en el diámetro del sedimento se identificó en el frente de playa del polígono del proyecto y hacia la punta poniente, donde se ubica el hotel Nizuc, mientras que la arena menos homogénea (con fragmentos de roca) se encontró frente al Club Med, donde la playa aparentaba mayor déficit de sedimento.

Sobre la playa sumergida se encontraron fragmentos de roca a la altura del muelle de madera que se ubica en el límite del predio del proyecto y en el frente de playa del Club Med. En el resto del polígono del proyecto y hacia el hotel Nizuc la arena presentaba una apariencia homogénea de arena fina a media.

En la siguiente figura se muestran varias tomas fotográficas del 4 de junio de 2015 en las cuales se aprecia la homogeneidad de la arena en la playa y las características de la misma.

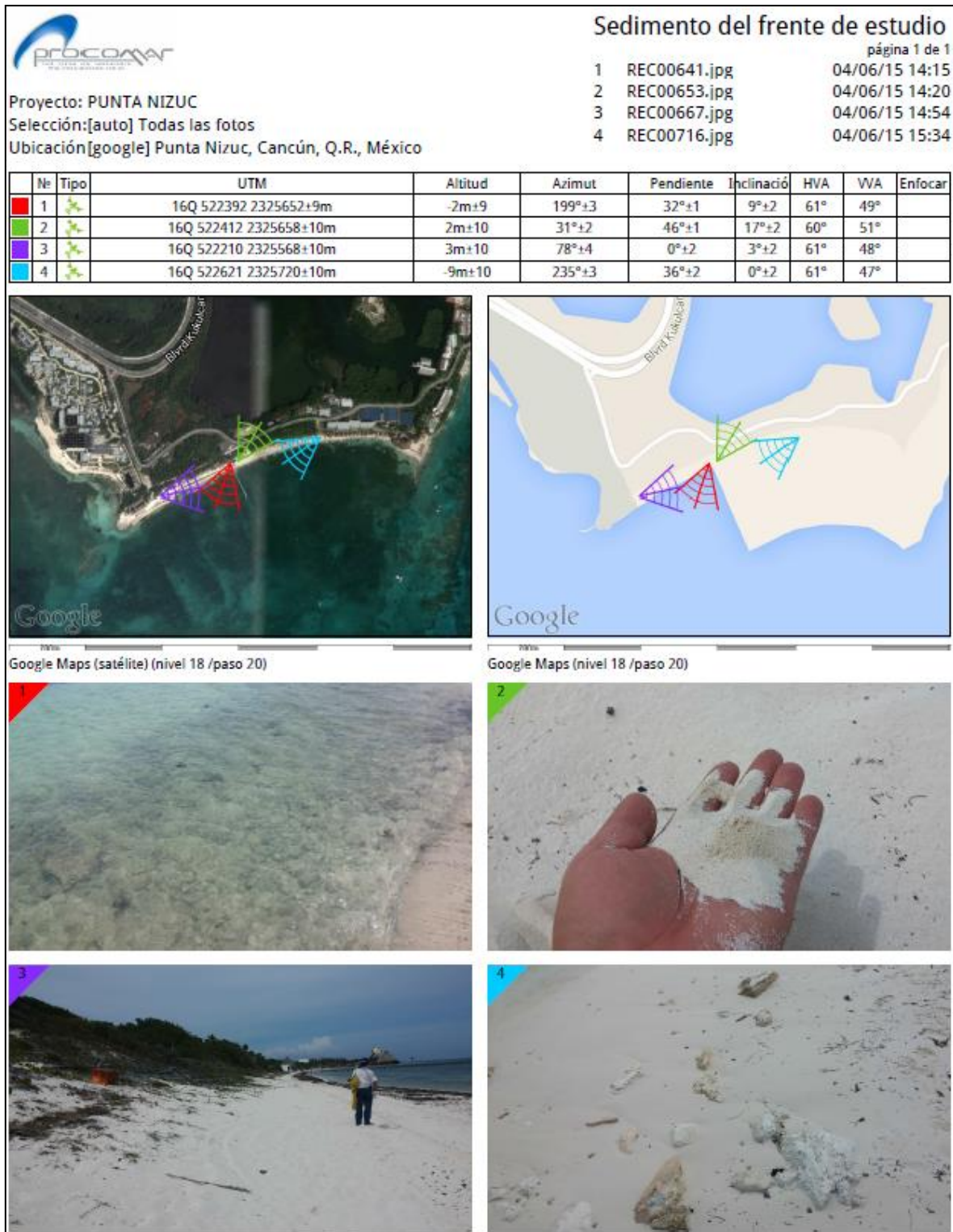


Figura IV. 63. Sedimento que caracteriza las playas de Punta Nizuc, en la playa de la zona de estudio. 04 de junio 2015.

En las dos siguientes figuras se muestran el límite visible de la arena en la playa sumergida, ya que los pastos marinos cubren el fondo.



**Figura IV. 64. Vista del límite del sedimento visible en la playa sumergida frente al polígono del proyecto.
Foto aérea 05 junio 2015.**



Figura IV. 65. Vista del límite del sedimento visible en la playa sumergida frente al Club Med. Foto aérea 05 junio 2015.

Deposición y erosión de los sedimentos

Es importante señalar que los mayores incrementos o ganancia del sedimento en las playas abiertas se dan por el transporte longitudinal entrante, transversal hacia tierra y depósitos biogénicos, mientras que las mayores pérdidas de sedimento se deben al transporte longitudinal saliente, transversal hacia el mar y eólico 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 área del proyecto, es necesaria la actuación 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 existente del hotel 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 hotel Club Med existente.

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.

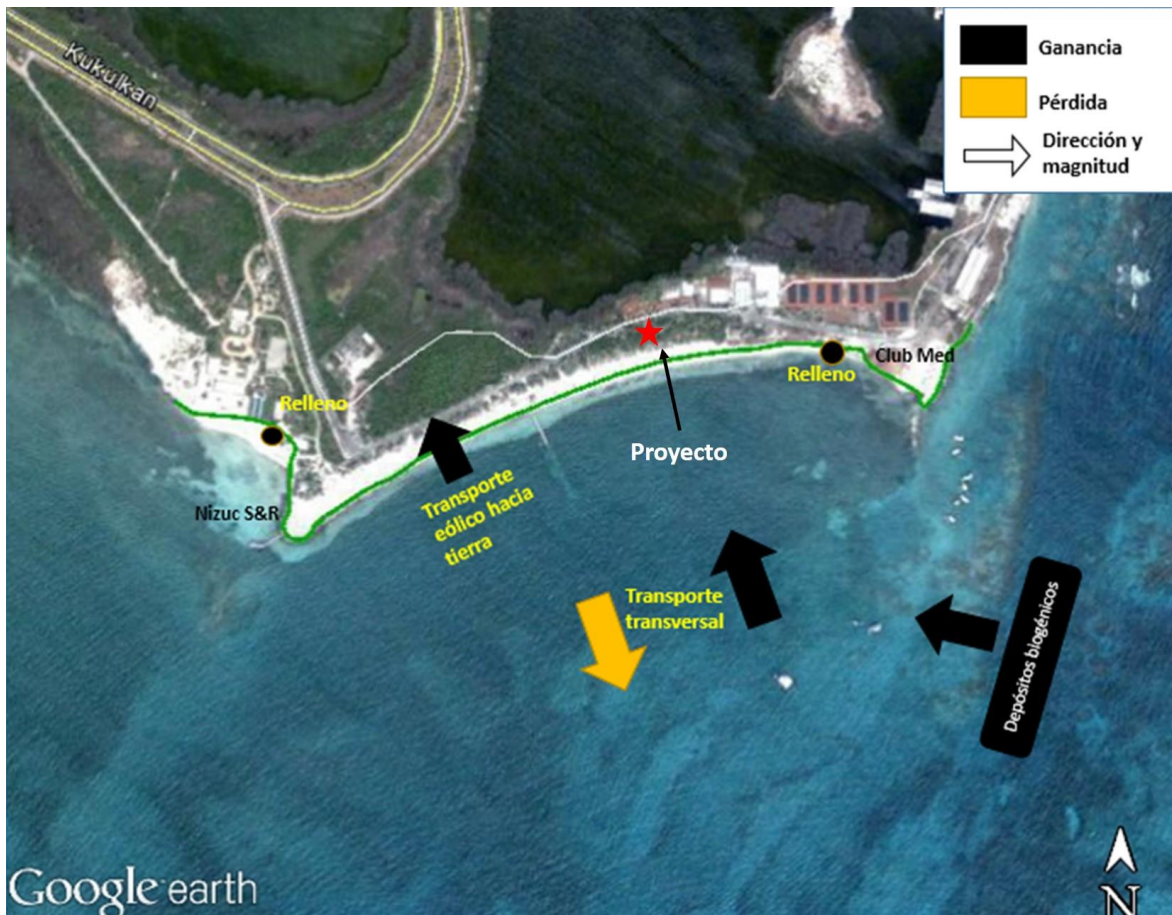


Figura IV. 66. Balance de sedimentos en la zona de estudio.

Evolución de la línea de costa considerando el efecto de cambio climático

Ya que el transporte transversal es el proceso que genera un mayor retroceso en las playas tipo bahía, como la de la Zona 2, donde se ubica el polígono del proyecto, es importante analizar un poco los pronósticos existentes de su frecuencia e intensidad.

Para establecer que tan estable ha sido la línea de costa al paso de los años y eventos meteorológicos de gran magnitud, como el huracán Wilma 2005, se realizó un análisis de líneas de costa empleando imágenes de satélite y vuelos aerofotográficos.

Las imágenes satelitales empleadas fueron los siguientes: ortofoto digital de INEGI (2004), Imagen Satelital de Google Earth (2005 y 2009) y el vuelo aerofotográfico realizado para este estudio (junio de 2015).

Se digitalizaron las líneas de costa de cada una de las imágenes satelitales para hacer una comparación de la evolución de la línea de costa a lo largo del tiempo y así tener una mejor percepción en el análisis.

El análisis histórico a lo largo de 11 años (2004 – 2015), muestra que la línea de costa en el frente de playa del polígono del proyecto y hasta el límite de la edificación del hotel Club Med ha permanecido en equilibrio estático, ya que a pesar de la presencia de Wilma en 2005, la línea se ha mantenido en la posición que tenía en 2004, en un rango de variación de ± 3 m. Aunque el huracán Wilma generó cambios importantes en la zona alta de la playa, no modificó la ubicación de la línea de costa.

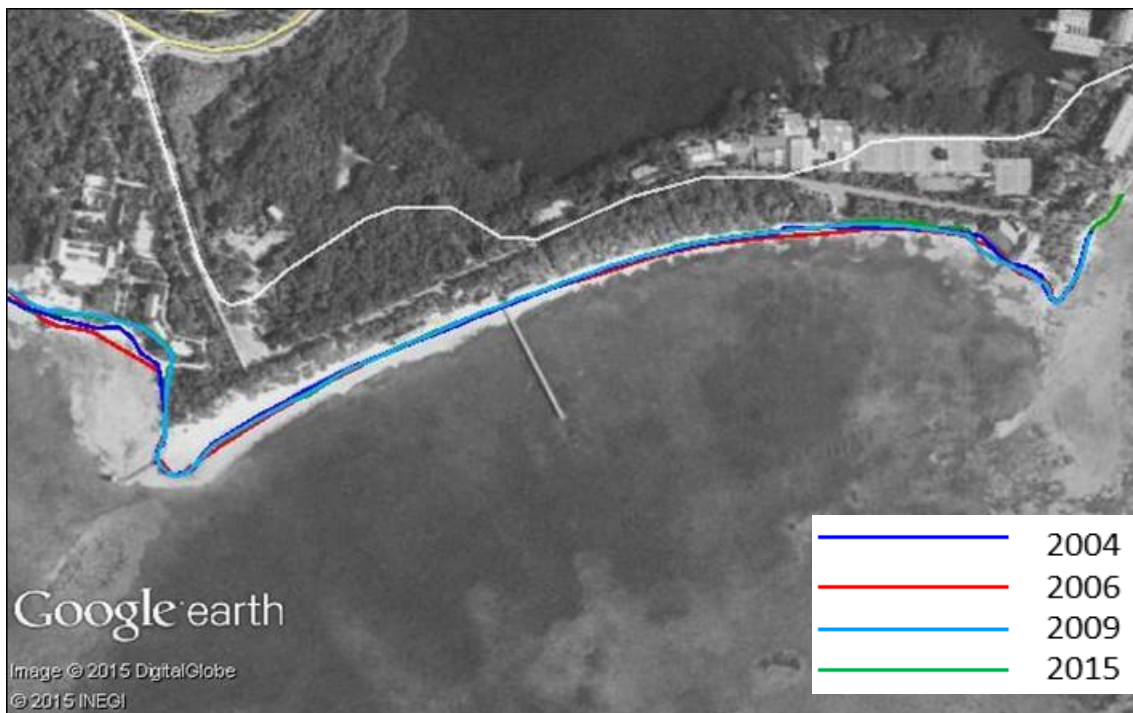


Figura IV. 67. Líneas de costa montadas en Ortofoto de INEGI (2004).

Durante el análisis de la línea de costa, se pudo evidenciar una alteración importante derivada del huracán 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 protección dependen de este afloramiento.

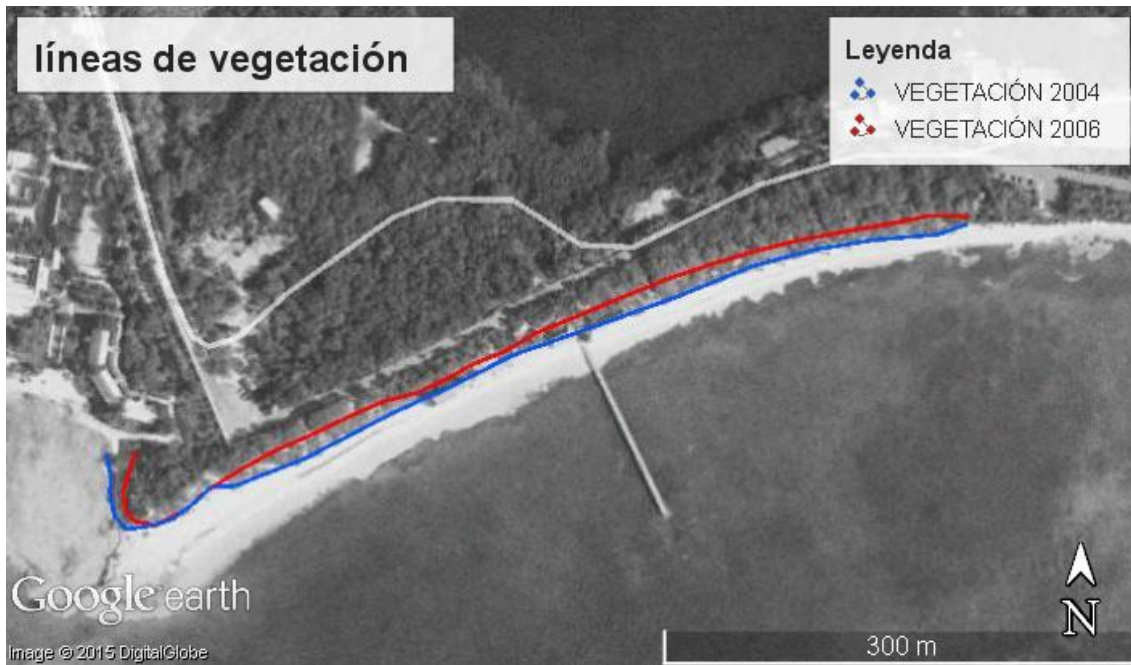


Figura IV. 68. Comparativa de la línea de vegetación (2004-2015).

Ahora bien, y considerando que la evolución en la línea de costa del SAR muestra un comportamiento relativamente estable, es necesario considerar los pronósticos de eventos meteorológicos importantes derivados del efecto de cambio climático.

Díaz (2010) señala que de 1944 a 2009, en la vertiente Atlántica de América, se reportaron 723 perturbaciones meteorológicas, de las cuales un 53% adquirió el grado de huracán; del porcentaje mencionado, 78 eventos alcanzaron el territorio nacional y 11 de ellos, clasificados dentro de la máxima categoría de la escala Saffir-Simpson, han impactado en la costa de Quintana Roo.

El IPCC (Barros, y otros, 2014) señala que es seguro que el aumento de la temperatura media global en superficie provoque un aumento de la precipitación global a largo plazo. Globalmente, y para episodios de precipitación de corta duración, es probable que

conforme aumenten las temperaturas se produzcan más tormentas individuales intensas y menos tormentas débiles.

De acuerdo con los análisis del IPCC (Barros, y otros, 2014), los cambios proyectados en las estadísticas de los ciclones tropicales para el periodo 2081-2100, en el Golfo de México, se espera un porcentaje de cambio que indica un menor número de eventos, sin embargo; al analizar la frecuencia de los eventos con categoría 4 y 5, el porcentaje en la estadística muestra un incremento del 50%, también muestra un ligero incremento porcentual en el valor medio de la intensidad máxima y un incremento en la tasa de precipitación en 200 km alrededor del centro de la tormenta para la intensidad máxima de la tormenta.

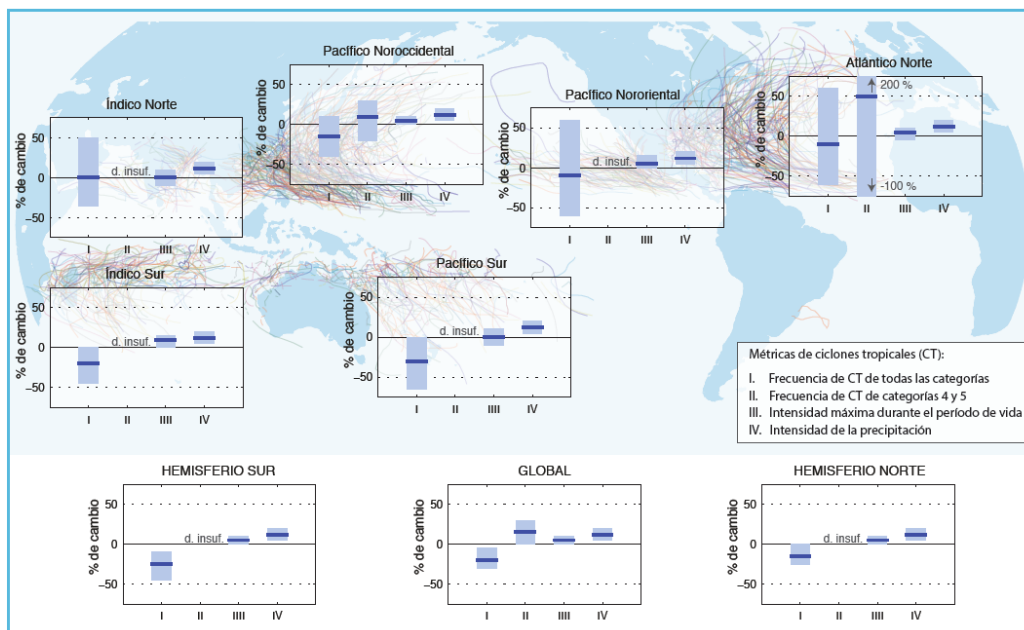


Figura IV. 69. Cambios proyectados en las estadísticas de los ciclones tropicales. IPCC (2014).

Por lo anterior, es muy posible que en la zona de estudio en los próximos años se experimente un mayor número de tormentas de categoría 4 y 5, y menor número de menor intensidad, por lo cual es importante considerar estos cambios en la planeación de cualquier proyecto, para garantizar la funcionalidad de la playa posterior a los eventos.

Al respecto en el polígono 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 alteración de esta geoforma.

IV.4.10. Suelos

El suelo es el resultado de la interacción de varios factores: el material parental; constituido por la roca madre de la cual se originan los suelos (geología), relieve (geomorfología), clima, actividad biológica y tiempo (Jenny, 1940).

Los suelos en la región están ligados en particular al relieve y material parental, el subsuelo de la zona está formado de rocas carbonatadas solubles de origen marino, con abundantes conductos de disolución y fracturas (Duch-Gary, 1991); pero también en la planicie costera se forman regosoles y arenosoles suelos con poco desarrollo resultado de la acumulación de material calcáreo (conchas) recientes, sin consolidar y escaso en nutrientes, particularmente los suelos presentes en SAR y el polígono del proyecto, son derivados de las rocas calizas del Terciario y el Cuaternario, además de aporte deluvio-aluvial de sedimentos terrígenos, la depositación de arenas biogénicas y materia orgánica proveniente de la vegetación dieron origen a un mosaico edáfico conformado por los siguientes tipos de suelo: Arenosoles, Leptosoles y Solonchak .

En algunos estudios dentro de la península de Yucatán en barras y cordones litorales se han reportado una secuencia de asociación de suelos Solonchack (SC)-Arenosol (AR)-SC. El SC se localiza en las partes bajas del microrelieve y los AR en las partes altas, además de Regosol (RG) en lugar del AR. También en algunos casos Histosol en pequeñas áreas. En las barras y cordones litorales se encuentran las lagunas costeras y en zona de inundación, dentro de la planicie kárstica, se presentan los suelos HS, SC y Leptosol (Bautista et al., 2014)

Estos tipos de suelos presentan características particulares; los arenosoles del latín *arena*: arena. Connotación: Suelos arenosos; del latín arena, arena. Presentan material parental no consolidado, en algunos lugares materiales translocados, calcáreos, de textura

arenosa; ocurren en áreas relativamente pequeñas de Arenosoles sobre rocas silíceas extremadamente meteorizadas. Se desarrollan en ambientes áridos hasta húmedos y perhúmedo, y desde extremadamente frío hasta extremadamente cálido; las geoformas varían desde dunas recientes, cordones de playa, y planicies; la vegetación que se presenta es tipo de desierto hasta dispersa (principalmente herbácea) hasta bosque ligero. Desarrollo del perfil: En la zona seca hay poco o ningún desarrollo de perfil. Los Arenosoles en los trópicos perhúmedos tienden a desarrollar horizontes eluviales álbicos gruesos (con un horizonte spódico por debajo de 200 m de la superficie del suelo) mientras la mayoría de los Arenosoles de la zona templado húmeda muestran signos de alteración o transporte de humus, Fe o arcilla, pero demasiado débil para ser diagnóstico. Los Arenosoles en los trópicos húmedos es mejor dejarlos bajo su vegetación natural, particularmente para los Arenosoles con meteorización profunda y un horizonte álbico. Como todos los elementos nutrientes se concentran en la biomasa y en la materia orgánica del suelo, el desmonte de la tierra inevitablemente producirá tierras estériles infértiles sin valor ecológico. La susceptibilidad a la erosión va de moderada a alta.

Los leptosoles son suelos someros por lo que su nombre proviene del; del griego leptos, fino. El material parental varía de tipos de roca continua o de materiales no consolidados con menos de 20% (en volumen) de tierra fina. Se forman en ambientes de media o alta topografía, en todas las zonas climáticas, en particular en áreas fuertemente erosionadas. Los Leptosoles tienen roca continua en o muy cerca de la superficie o son extremadamente gravillosos. Los Leptosoles en material calcáreo meteorizado pueden tener un horizonte mólico, procesos pedogéticos incipientes.

El Solonchak, del ruso *sol*: sal. Son suelos que tienen alta concentración de sales solubles en algún momento del año (Ver siguiente figura). Los Solonchaks están ampliamente confinados a zonas climáticas áridas y semiáridas y regiones costeras en todos los climas. Desarrollados en ambientes áridos y semiáridos, notablemente en áreas donde la capa freática ascendente alcanza el solum o donde hay algo de agua superficial presente, con vegetación de pastos y/o hierbas halófitas, y en áreas de riego con manejo inadecuado.

Desde débil a fuertemente meteorizados, muchos Solonchaks tienen un patrón de color gléyico a cierta profundidad. En áreas bajas con capa de agua somera, la acumulación de sales es mayor en la superficie del suelo (Solonchaks externos). Los Solonchaks donde el agua freática ascendente no alcanza el suelo superficial (o aún el solum) tienen la mayor acumulación de sales a cierta profundidad debajo de la superficie del suelo (WRB, 2006).

El Solonchak se presenta en forma de una subunidad de suelo (Solonchak órtico) asociada a otros tipos de suelo, ver siguientes figuras. En específico para el área del proyecto ver Figura Iv.71.

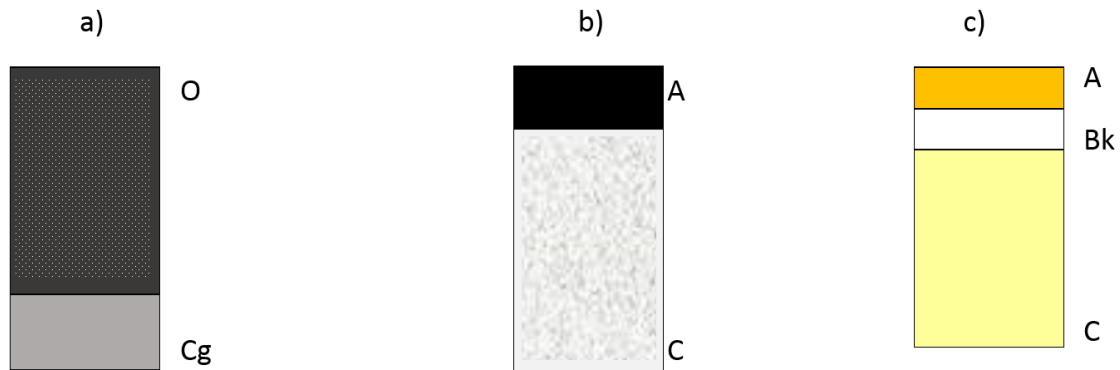


Figura IV. 70. Esquema principales tipos de suelo y horizontes de diagnóstico en la zona de estudio.

a) Suelo acumulación de materia orgánica Histosoles b) Suelos dominancia de propiedades litogéneas Arenosoles, Leptosoles, Regosoles c) Acumulación de precipitados Solonchanks.

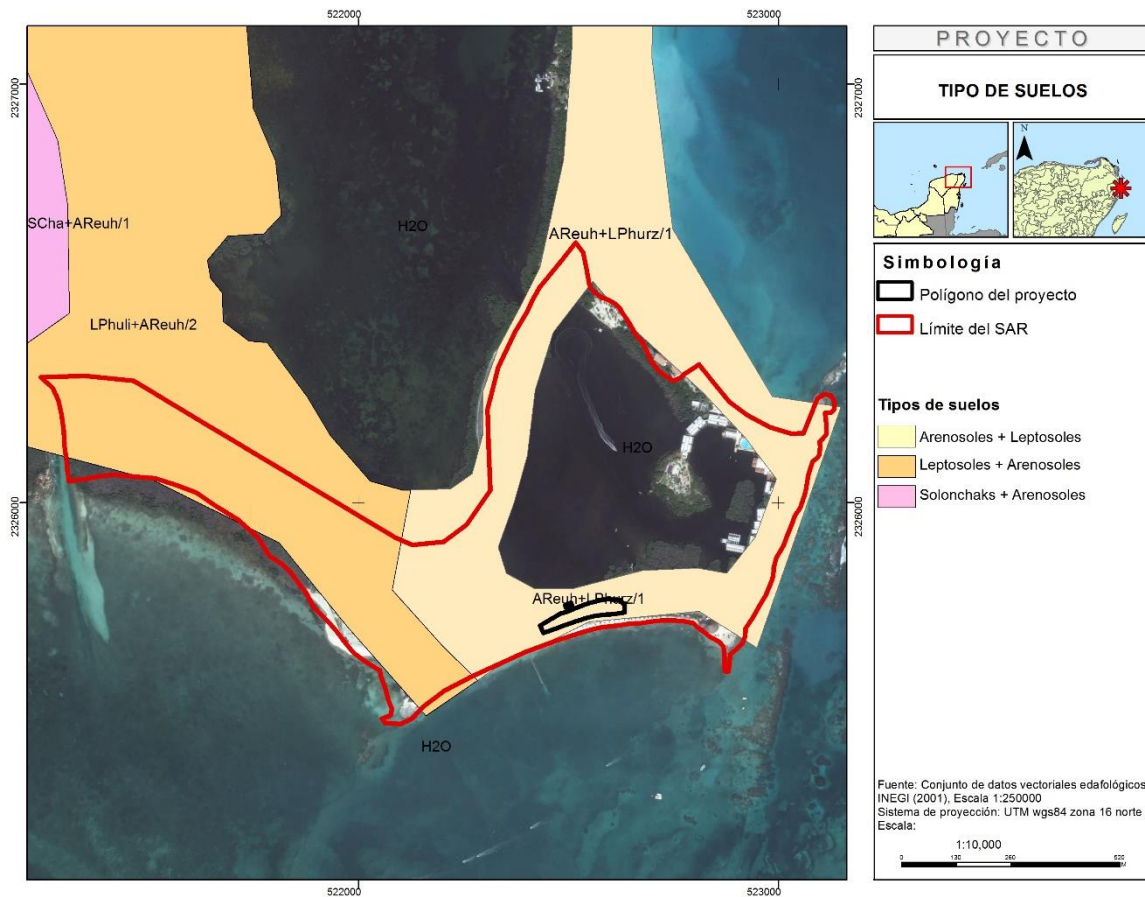


Figura IV. 71. Tipos de suelo dentro del polígono del proyecto.

IV.4.11. Degradación de suelos

La degradación de los suelos involucra la pérdida de productividad o utilidad actual o potencial, involucra cambios adversos en sus propiedades, limitando de esta forma la habilidad del suelo de cumplir con sus funciones. Dentro del SAR y el polígono del proyecto, se registra principalmente una degradación del tipo física por pérdida de la función productiva, a causa de la urbanización de la zona, a lo largo de la franja costera que representa los límites norte y este del SAR, así como en el extremo noroeste, existe un amplio desarrollo de infraestructura hotelera, centros comerciales, y áreas de recreación turística (ver la siguiente figura).

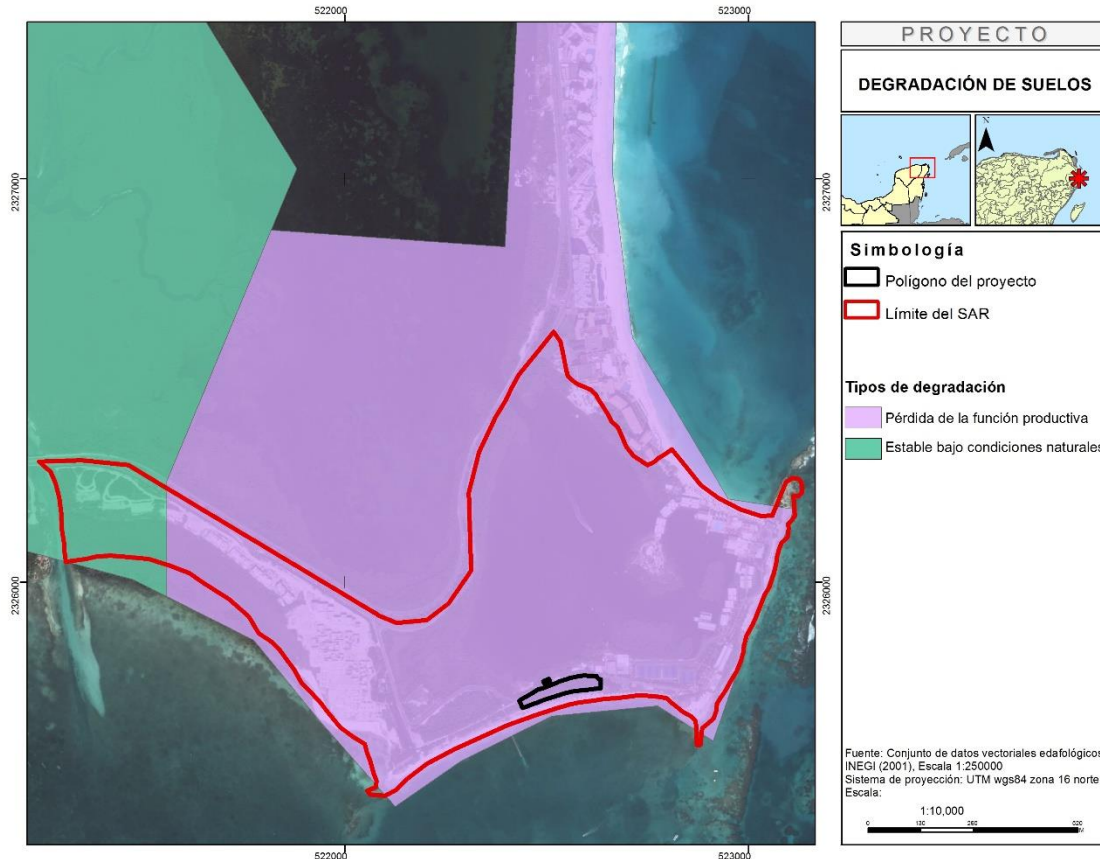


Figura IV. 72. Degradación del suelo presente en SAR.

IV.4.12. Erosión de los suelos

La erosión incluye procesos en los cuales existe traslocación del suelo por agentes externos; la erosión hídrica se define como la remoción de los materiales del suelo por medio de las corrientes de agua, ocurre cuando la fuerza combinada de la energía de la lluvia y de la escorrentía excede la resistencia del suelo a ser desprendido. Por acción de éstas se puede deformar el terreno y originar surcos y cárcavas. En la erosión eólica, el agente de cambio del terreno es el viento (SEMARNAT, 2012).

Con base en el estudio “Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana”, escala 1:250 000 realizado por la SEMARNAT y el Colegio de

Posgraduados, la superficie en el SAR y el polígono del proyecto no presenta una erosión hídrica nula (véase la siguiente figura).

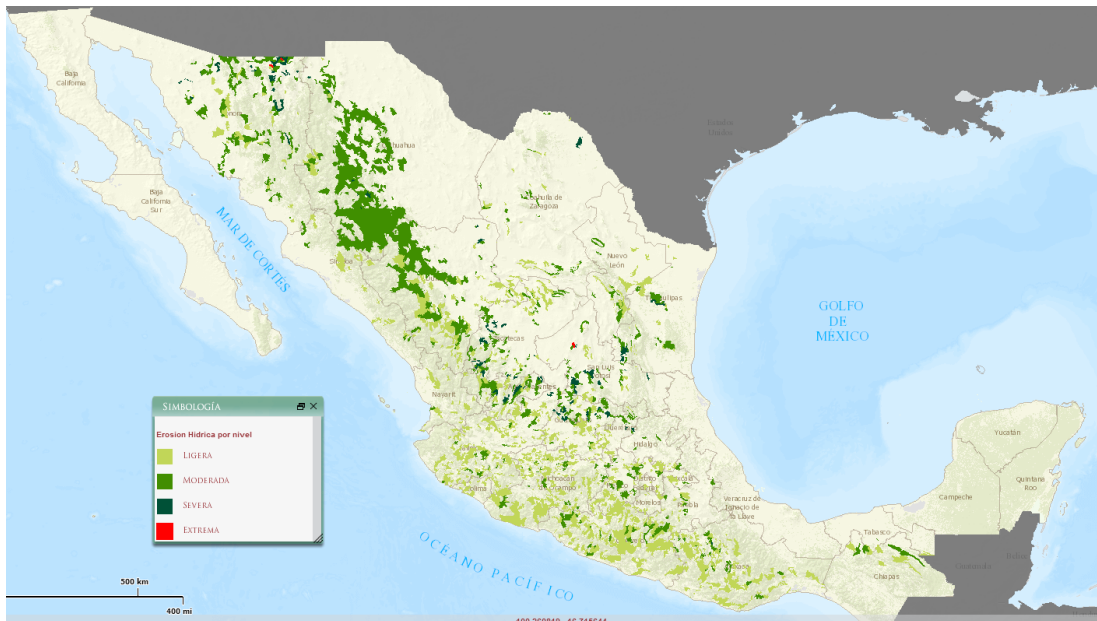


Figura IV. 73. Degradación hídrica de suelos según nivel en México.

Modificado de: SEMARNAT 2011.

En cuanto a la erosión eólica en términos generales se encuentra considerada sin degradación aparente en la superficie del SAR y polígono del proyecto (ver siguiente figura).

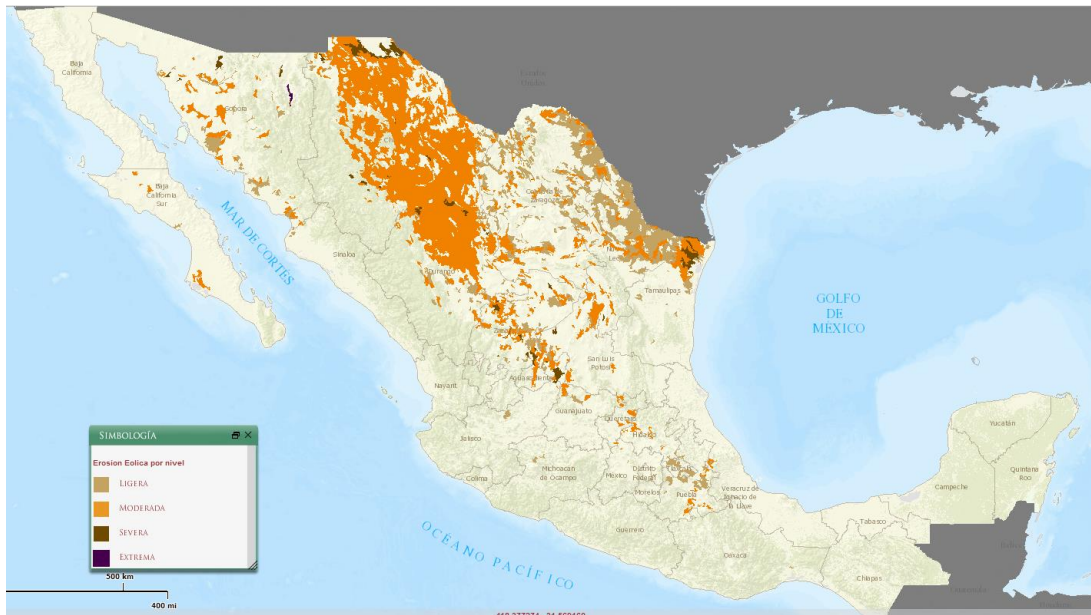


Figura IV. 74. Degradación eólica de suelos según nivel. Tomado de: SEMARNAT 2011.

IV.4.13. Paisaje

IV.4.14. Definición 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 fisiográficos o naturales, antrópicos o artificial, sociales o culturales que al ser delimitados por el observador configuran una escena en armonía, con un orden y un significado.

Los paisajes pueden ser dinámicos o estáticos dependiendo de la temporalidad y ubicación geográfica en donde se encuentre. Además de estar dividido en 2 tipos: los paisajes naturales y los paisajes antrópicos.

IV.4.15. Tipos de Paisajes naturales en el Área de Referencia y el SAR del proyecto

Dentro de este apartado se incluye una breve descripción de los elementos que conforman el paisaje del SAR, como la principal escala de análisis.

IV.4.15.1. Unidades del paisaje

Después de haber caracterizado los elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos en los puntos anteriores de este capítulo, y los tipos de paisaje en este punto se proseguirá a crear unidades de paisaje las cuales son la resultante visual de las interrelaciones entre estos componentes.

Las unidades de paisaje fueron establecidas con base al criterio de uso de suelo y vegetación.

Se obtuvo para el SAR, dos unidades de paisaje: el natural y el antrópico turístico. En la siguiente imagen se puede observar el límite de las unidades naturales del SAR del proyecto.

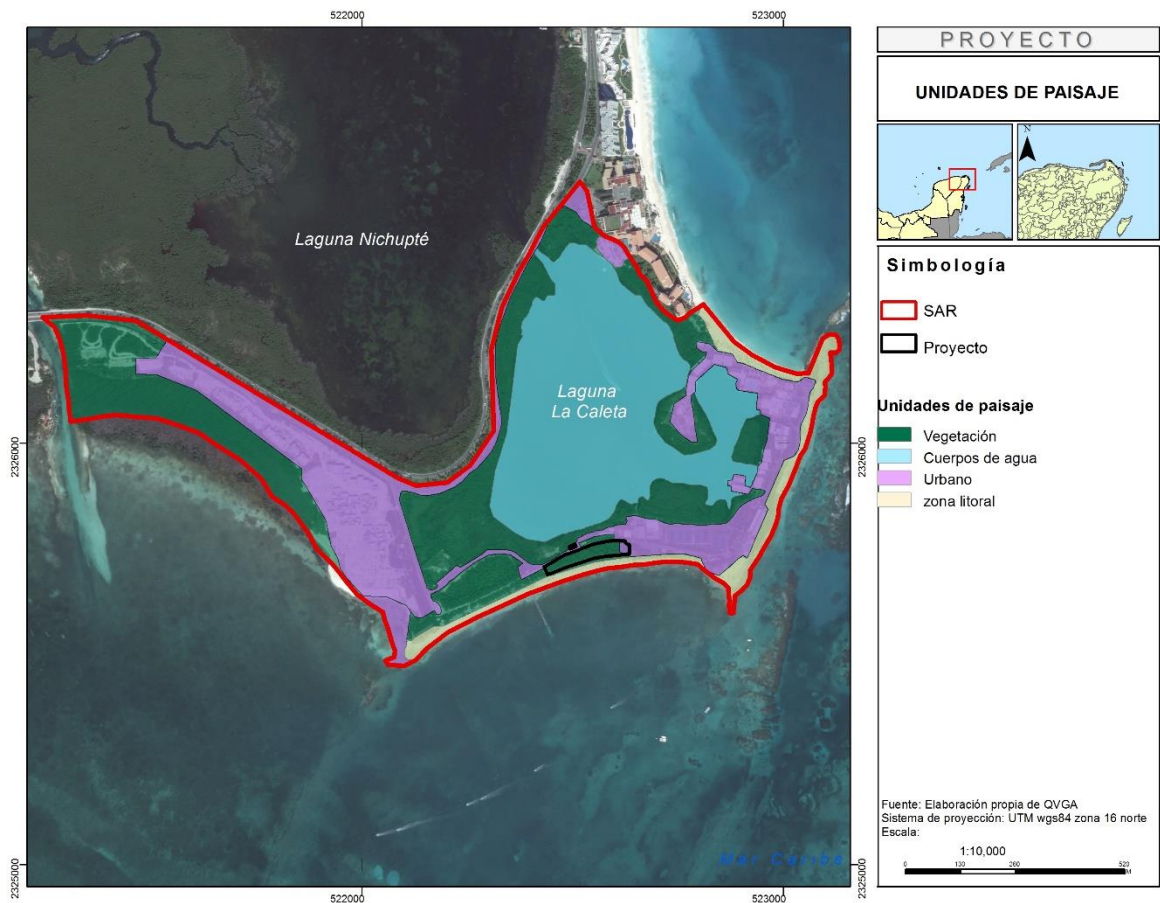


Figura IV. 75. Zonificación de las unidades de Paisaje.

- Unidad de paisaje Natural: Los paisajes naturales son aquéllos en donde aún se preservan las características originales. Dentro de este tipo de paisaje se incluyen cuerpos de agua, la vegetación de matorral costero, la selva mediana subperennifolia y los machones de manglar.

El cuerpo de agua más importante es la Laguna La Caleta, los bordes de este cuerpo de agua se encuentran asociadas con algunos manchones de vegetación de manglar, tal y como se puede observar en la siguiente figura.



Figura IV. 76. Paisaje desde el interior de la Laguna La Caleta.

Aun cuando el paisaje marino no forma parte del SAR, este es de suma importancia a nivel regional ya que es el principal paisaje al que se quiere observar, y por lo tanto lo que atrae al turista.

Al final aunque hablamos de distintos tipos de paisaje y que tiene sus propias características y orígenes, 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, y turístico. Estos tipos de paisaje no pueden ser separados ya que uno es causa del otro.

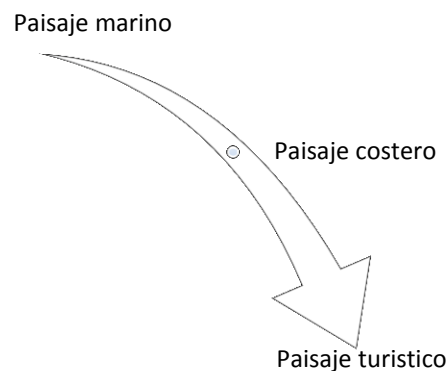


Figura IV. 77. Correlación de paisajes naturales y antrópicos.

Otro tipo de paisaje natural es la vegetación de matorral costero que se emplaza sobre el afloramiento rocoso, tal y como se muestra en la siguiente figura. Este tipo de paisaje (afloramiento rocoso) solo es posible observarlo a lo largo de la barra litoral que corre de Punta Nizuc hasta el extremo de la Punta donde se localiza el actual hotel de Club Med, por lo que en el resto del SAR y el Área de Referencia no se localiza en ningún otro sitio. Cabe aclarar que el polígono del proyecto se emplaza sobre una mínima superficie de este afloramiento rocoso.



Figura IV. 78. Paisaje de matorral costero en el SAR.

Foto: QVGA

- Unidad de paisaje antrópica turística: El paisaje turístico, es el espacio que presenta los recursos potenciales necesarios para la atracción de visitantes ya sea en un entorno natural o antrópico, con lo cual podríamos decir que es una zona de transición entre lo natural y lo antrópico. Otra diferencia es que el lugar no funge como un espacio de residencia sino que solo es de paso y/o tránsito.

Las principales características y elementos que le dan un valor estético a este tipo de paisaje son en si el paisaje natural al que se quiere observar, la infraestructura y materiales que se adecuan al paisaje natural, así como las zonas de servicios propios para la recreación.

En el caso del SAR, el paisaje turístico está relacionado principalmente con el paisaje costero ya que es el paisaje “Observable”. En segundo lugar el paisaje de mangle y de

matorral costero también forman parte de la imagen turística del lugar. Cabe señalar que el paisaje antrópico turístico en el SAR es resultado del crecimiento urbano y turístico de Cancún.

- **Visibilidad**

Como se mencionó anteriormente, el SAR fue dividido en Unidades de Paisaje para después crear Subunidades de Paisaje, de las cuales solo una corresponde a la ubicación del polígono del proyecto (laguna La Caleta).

Ya que la Subunidad de paisaje se encuentra en una punta rodeada casi la mayor parte del mar, puede ser vista de dos maneras: de forma interior (VI) y de forma exterior (VE). En la siguiente figura se señalan las direcciones de las visuales interiores y exteriores.

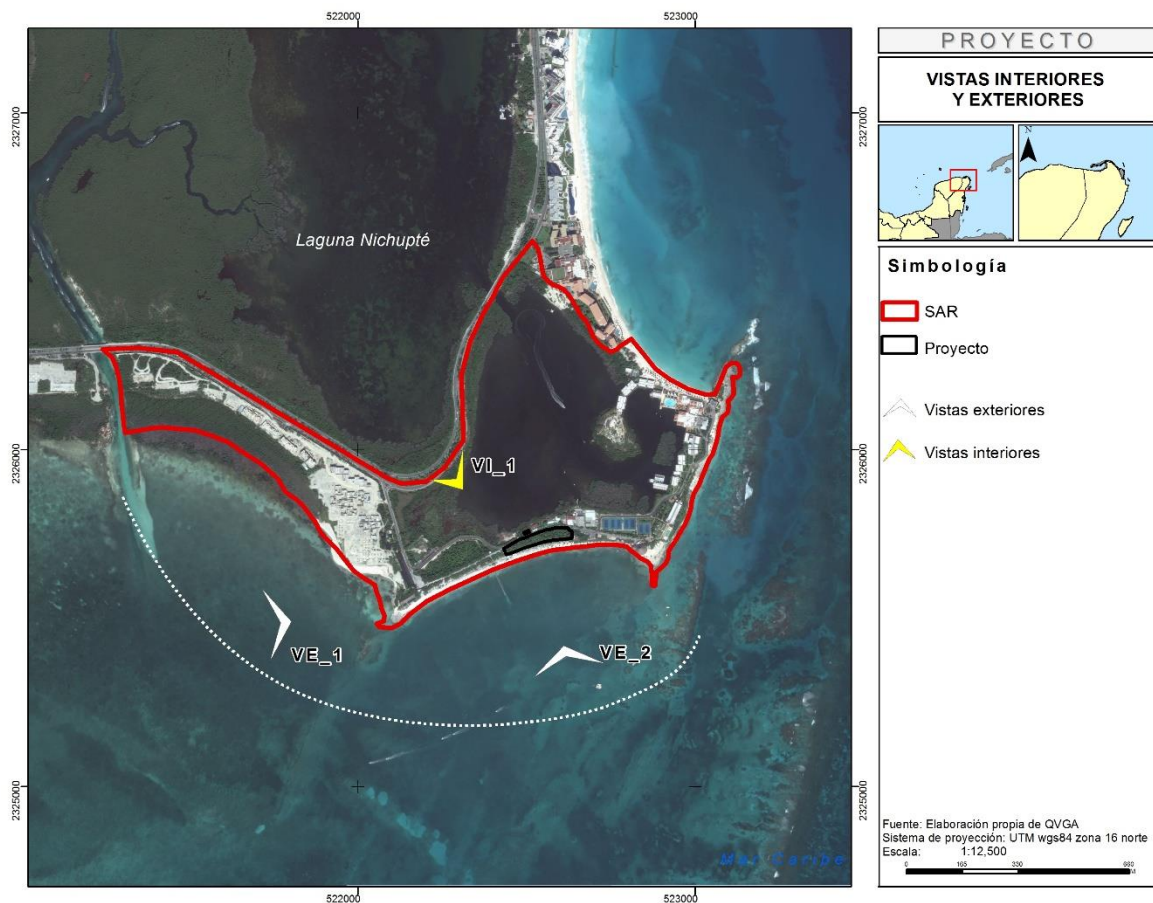


Figura IV. 79. Visuales interiores y exteriores.

- Las visuales interiores son vistas desde el interior de la subunidad de paisaje hacia la zona marina. Por lo cual los principales elementos que se pueden observar son el cuerpo de agua de la Laguna La Caleta, la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, y el manglar.

Teniendo en consideración las características del proyecto, descritos detalladamente en el capítulo II del presente DTU, la construcción del hotel tendrá una altura aproximada de 3 niveles, por lo que la altura total que tendrá el proyecto no rebasa los 15 metros.

Desde la visual interior **VI_1**, será casi imperceptible ver la construcción del proyecto, debido a que desde este punto aun cuando el polígono del proyecto se encuentra a una distancia de 300 m, la altura del proyecto no rebasa los 15 metros y la vegetación arbórea no permitiría su visualización (ver siguiente figura).



Figura IV. 80. Visual interna VI_1. GOOGLE EARTH, 2014.

- Las visuales exteriores son vistas desde la zona marina hacia la zona terrestre. Desde estas vistas los principales elementos que se pueden observar son los hoteles y/o construcciones, la playa y las de matorral costero.

Como se ha mencionado con anterioridad, la subunidad de Paisaje está rodeada en su mayoría por un cuerpo de agua correspondiente al mar Caribe.

En las visuales VE_1 y VE_2, es posible observar que en la zona litoral se encuentran construcciones aunque su altura y densidad es baja con relación al paisaje antrópico que se encuentra en el Área de Referencia.

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. Aquí los macizos de las construcciones fragmentaron muy poco la zona natural, pero aun los macizos de vegetación están copiosos.

En la siguiente figura se muestra la visual VE_1, mirando desde la zona marina hacia el SO de Punta Nizuc. Sin embargo, desde este ángulo sólo es posible observar los edificios y la cubierta vegetal de vegetación de matorral costero y de selva secundaria de selva mediana, cuya altura oscila entre los 15 y 30 metros, desde este punto no será posible observar el proyecto, dado que la infraestructura existente y la altura de la vegetación no permitirá su visualización.



Figura IV. 81. Visual externa VE_1.

Foto: *Punta Nizuc, Cancún*, por Antonio Cristerna, Febrero 1, 2015. Panoramio, GOOGLE MAPS.

La visual VE_2 se localiza en la zona marina frente al desarrollo del proyecto, desde este punto se puede observar que la zona litoral aún tiene un aspecto natural ya que se alcanza a ver el afloramiento rocoso con presencia de matorral costero. Desde esta visual, el proyecto si se percibirá, sin embargo como ya se mencionó antes, el proyecto no rebasará los 15 metros de altura.



Figura IV. 82. Visual externa VE_2.

Ahora bien, al realizar una comparación entre el paisaje antrópico del Área de Referencia y del SAR, se observaron las siguientes diferencias:

En el Área de Referencia, es posible observar que a lo largo de la barra litoral las construcciones existentes rebasan los 30 metros de altura y su distribución espacial es muy densa, tal y como se puede observar en la siguiente figura.

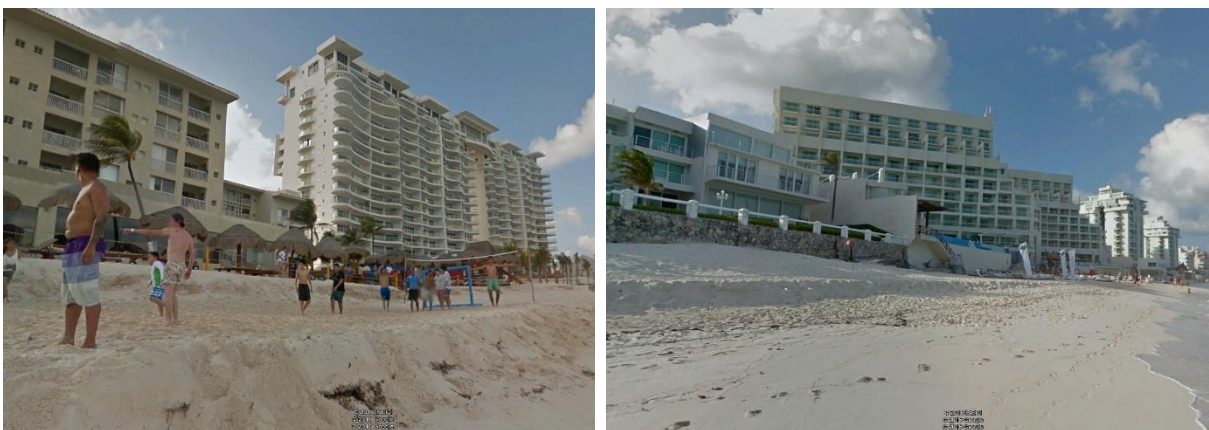


Figura IV. 83. Paisaje de las construcciones en la barra litoral (Área de Referencia).

Por lo anterior, en el Área de Referencia predomina infraestructura cuya construcción es de alta densidad y altura, sin embargo en el SAR los desarrollos turísticos no son masivos, es decir, son de baja densidad y altura, y se ven intercalados la vegetación natural con la turística (ver siguientes figuras).



Figura IV. 84. Paisaje turístico y natural en la zona litoral del SAR.



Figura IV. 85. Límite entre el Área de Referencia (a la derecha) y el SAR (izquierda) por la diferenciación en el paisaje.

IV.5. Aspectos bióticos

Para el desarrollo de este apartado se consultaron diversas fuentes bibliográficas, así como bases de datos especializadas en biodiversidad (Unidad de Informática para la Biodiversidad (UNIBIO), Naturalista y Global Biodiversity Information Facility (GBIF) con la finalidad de demostrar la estructura, el funcionamiento y el grado de conservación del SAR y del polígono del proyecto, así como las especies de flora y fauna, que pudieran ser más susceptibles de ser afectadas.

Dicho lo anterior, también se realizó trabajo de campo, el cual nos permite complementar o validar la información recabada bibliográficamente y así obtener un mejor diagnóstico ambiental.

IV.5.1. Áreas de importancia para la biodiversidad

El objetivo de este apartado es la identificación de regiones con alta biodiversidad, las cuales se basan en sus características físicas y bióticas para su conservación debido a la crisis ambiental que enfrenta el país (cambio de uso de suelo, deforestación, degradación ambiental, y cambio climático global entre otros factores) de acuerdo con la CONABIO (2010).

El análisis de las regiones de alta biodiversidad y la ubicación del proyecto, lo localizan dentro de la Región Marina Prioritaria “Punta Maroma Nizuc” y en la Región Hidrológica Prioritaria “Corredor Cancún-Tulum” (ver siguiente figura).

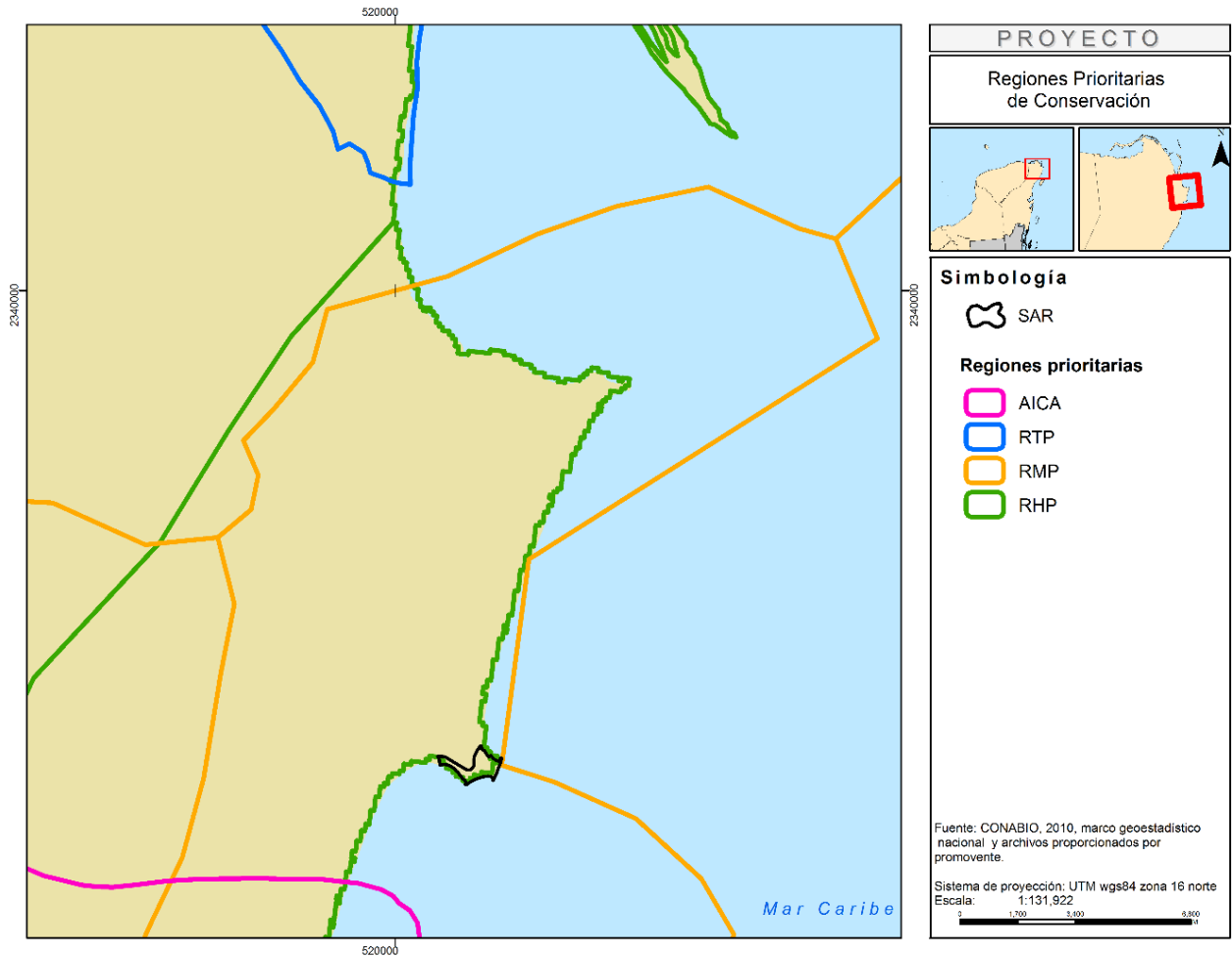


Figura IV. 86. Ubicación espacial de las Regiones Prioritarias de Conservación.

La RMP “Punta Maroma Nizuc” es importante debido a que resguarda una biodiversidad importante en cuanto a moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, esponjas, corales, artrópodos, tortugas, peces, aves, mamíferos marinos, manglares, selva baja inundable y también es importante como zona de reproducción de tortugas y merostomados.

La principal problemática que enfrenta esta área, es la tala de manglar, relleno de áreas inundables, (pérdida de permeabilidad de la barra), remoción de pastos marinos, construcción sobre bocas, modificación de barreras naturales. Daño al ambiente por embarcaciones pesqueras, mercantes y turísticas. La deforestación (menor retención de

agua), e impactos humanos (Cancún y otros desarrollos turísticos). Blanqueamiento de corales. Contaminación provocada por descargas urbanas y falta de condiciones de salubridad, uso de recursos principalmente la pesca y la introducción de especies (*Casuarina ssp.* y *Colubrina ssp.*).

En el caso de la RHP “Corredor Cancún-Tulum” es importante para su conservación debido a sus recursos hídricos como las lagunas de Chakmochuk y Nichupté, cenotes, estuarios, humedales y aguas subterráneas. La problemática que enfrenta esta región es la perturbación del entorno por complejos turísticos, obras de ingeniería para corredores turísticos, deforestación, modificación de la vegetación (tala de manglar) y de barreras naturales, relleno de áreas inundables y formación de canales.

Una vez descritas las problemáticas que enfrentan estas regiones y su importancia en cuanto a biodiversidad o recursos hídricos, cabe precisar que el proyecto, debido a su naturaleza y ubicación, (“zona de desarrollo urbano” de acuerdo con el Ordenamiento Ecológico Local del Municipio, así como con el Programa de Desarrollo Urbano correspondiente), no pretende incrementar las problemáticas antes mencionadas de dichas regiones prioritarias. En la siguiente figura se presenta la ubicación espacial del proyecto, en el cual se puede apreciar una zona ya modificada debido al desarrollo turístico (el mismo proyecto está dentro del Complejo Turístico Club Med), esto principalmente repercute en cuanto a riqueza y abundancia relativa de flora y fauna.

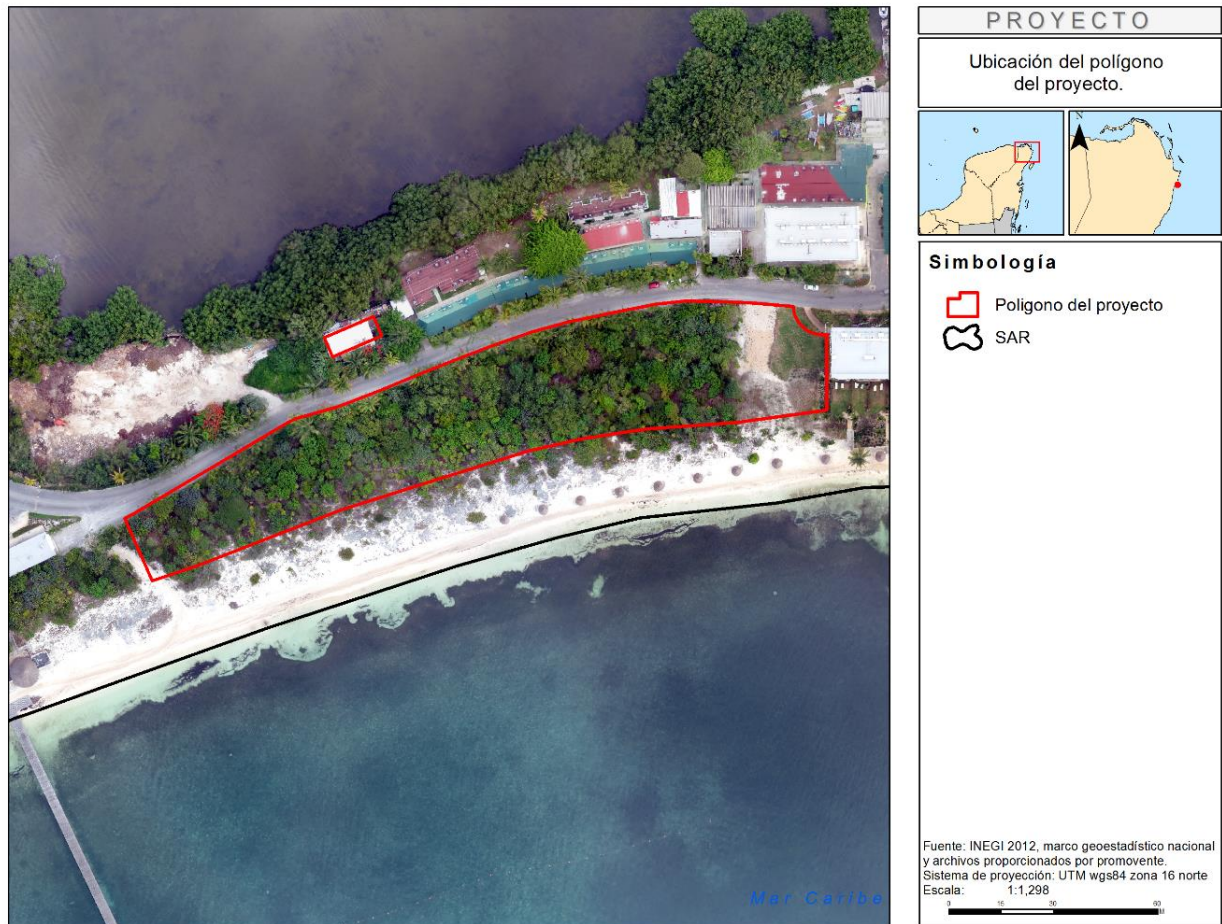


Figura IV. 87. Ubicación espacial de la zona donde se pretende desarrollar el proyecto.

Los argumentos antes mencionados para el área del proyecto son sustentados con base en el trabajo de campo de vegetación, flora y fauna en el SAR (que es el área de estudio como ya fue mencionado) como en el polígono del proyecto.

IV.5.2. Vegetación

Para describir los tipos de vegetación en el SAR y en el polígono del proyecto, se consultaron los archivos vectoriales de los Usos de Suelo y los Tipos de Vegetación (USV) de INEGI, así como el Mapa de uso del suelo y vegetación de la zona costera asociada a los manglares de Región Península de Yucatán, manejado por la CONABIO (2013).

IV.5.2.1. Usos de suelo y tipos de vegetación en el SAR

La información obtenida de INEGI y su Carta de Usos de Suelo y tipos de Vegetación¹ (USV), en el SAR, indica que hay dos usos de suelo (asentamientos humanos y zona urbana), un tipo de vegetación (vegetación de manglar) y cuerpos de agua (ver siguiente figura).

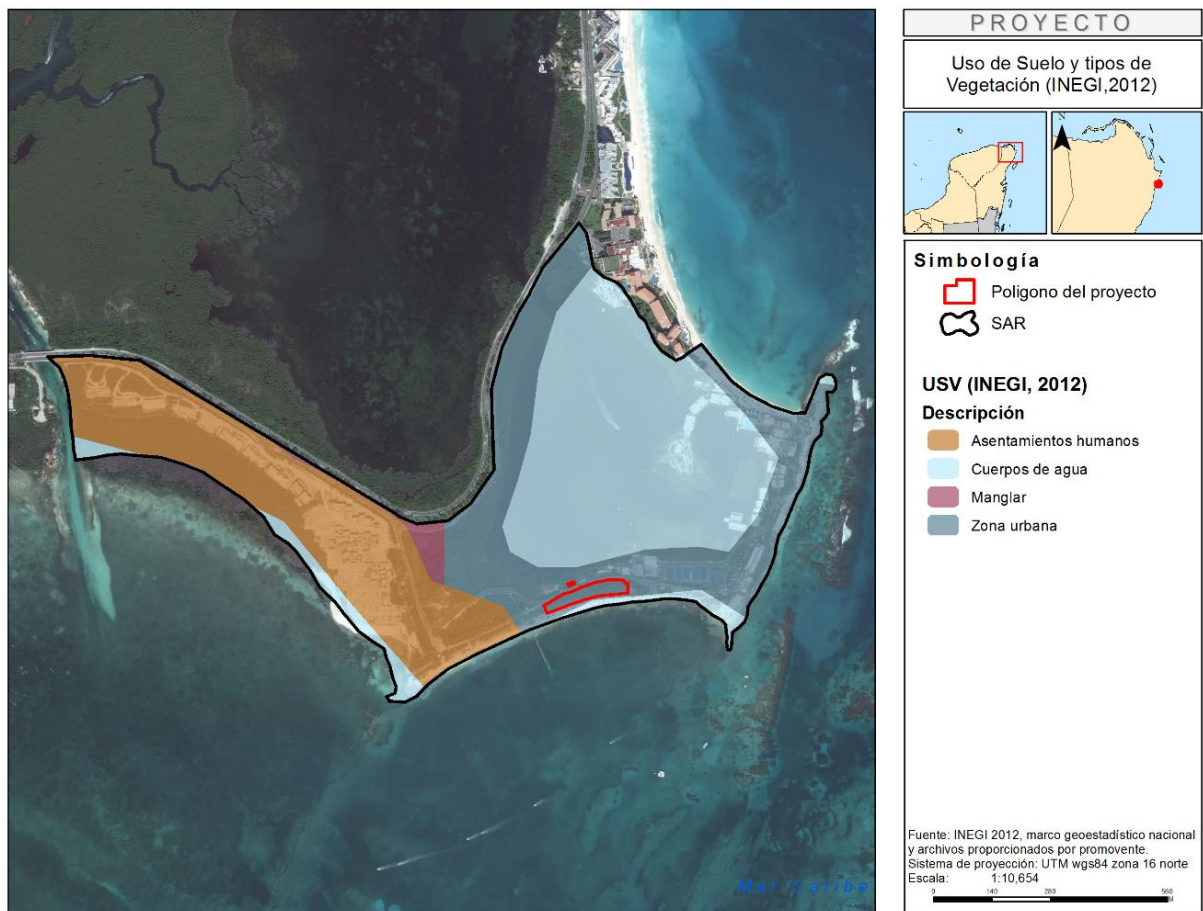


Figura IV. 88. Usos de suelo y tipos de vegetación en el SAR (INEGI, 2012).

Los cálculos de la representatividad, indican que los cuerpos de agua es la categoría dominante en el SAR ya que estos representan el 37.97%, en segundo lugar en cuanto a

¹ La cartografía de uso de suelo y vegetación de INEGI incluye información completaría que no es parte de la cobertura vegetal ni de las áreas manejadas pero que incide sobre ellas (zonas urbanas, cuerpos de agua, áreas desprovistas de vegetación, país extranjero).

representatividad, están los asentamientos humanos con el 29.14%, y le sigue la zona urbana (27.13%). La vegetación (manglar) solo representa en el SAR el 1.44% (ver siguiente tabla).

Tabla IV. 4. Usos de suelo y tipos de vegetación en el SAR (INEGI)

Usos de suelo y tipos de vegetación	Superficie	
	ha	%
Asentamientos humanos	22.63	29.14
Cuerpo de agua	32.84	42.28
Manglar	1.12	1.44
Zona urbana	21.07	27.13
Total general	77.65	100

Tomando en cuenta otra referencia bibliografía para distinguir los usos de suelo en el SAR y Área de estudio, referente a el Mapa de uso del suelo y vegetación de la zona costera asociada a los manglares de Región Península de Yucatán, manejado por la CONABIO (2013), con el cual se determinaron los tipos de coberturas y usos de suelo a partir de un método de clasificación independiente, utilizando imágenes SPOT 2010 (+- 2 años) (CONABIO (a), 2013). Este registró para el SAR da un total de 6 categorías entre las que destacan principalmente cuerpos de agua, desarrollo antrópico, áreas sin vegetación y como tipos de vegetación manglar, manglar perturbado y otra vegetación (ver siguiente figura).

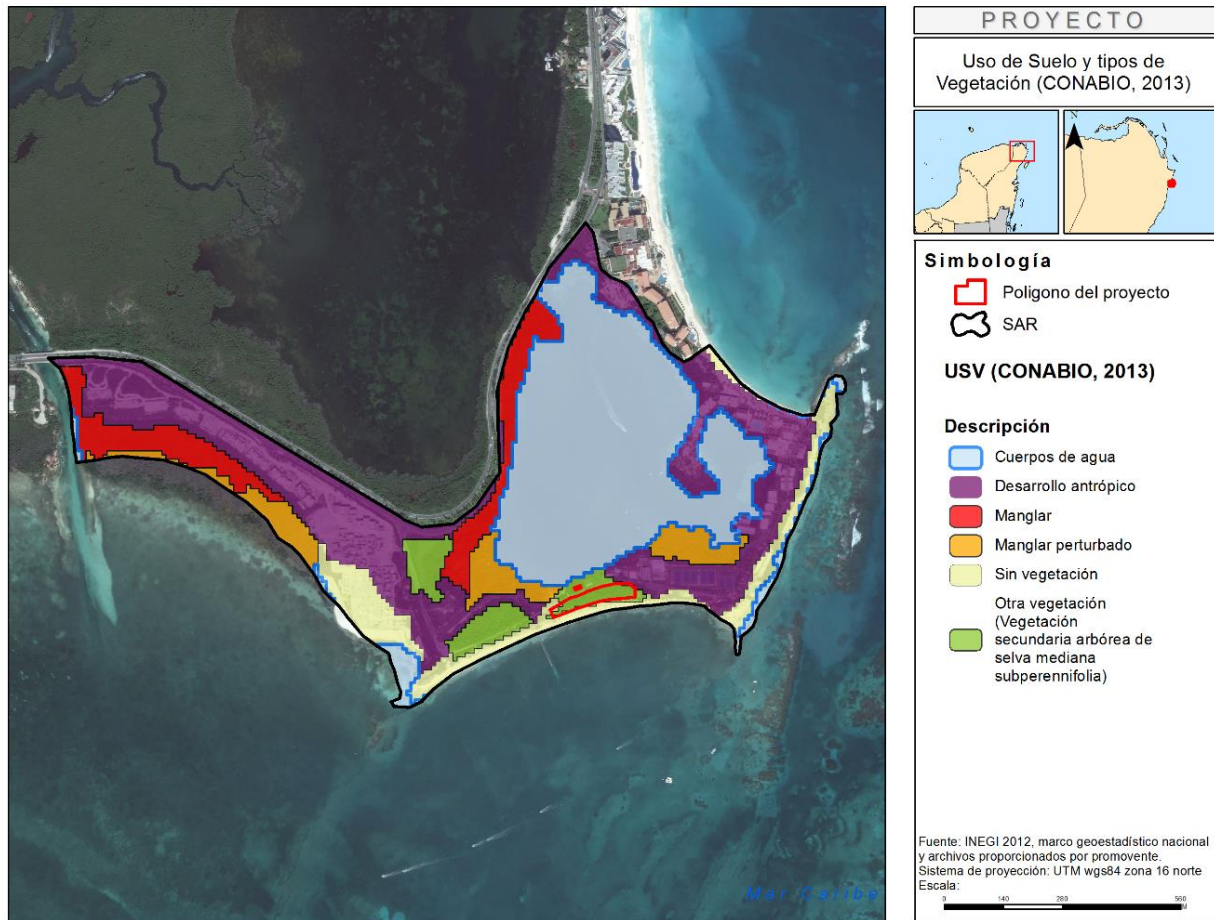


Figura IV. 89. Usos de suelo y tipos de vegetación (CONABIO, 2013).

En cuanto a la superficie obtenida de este mapa, al igual que en INEGI, la superficie dominante en el SAR son los cuerpos de agua con un 37.63%, en segundo lugar está la superficie de desarrollo antrópico con 33.36% y por ultimo esta la superficie sin vegetación con 9 %. La categoría denominada como otra vegetación es la menos representativa en el SAR (4.91%).

En la siguiente tabla se muestran los resultados.

Tabla IV. 5. Usos de suelo y tipos de vegetación en el SAR (CONABIO)

Usos de suelo y tipos de vegetación	Superficie	
	ha	%
Cuerpos de agua	29.22	37.63
Desarrollo antrópico	25.90	33.36
Manglar	6.83	8.80
Manglar perturbado	4.89	6.30
Otra vegetación (Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia)	3.81	4.91
Sin vegetación	6.99	9.00
Total general	77.65	100

De acuerdo con los resultados obtenidos de la consulta a INEGI y CONABIO, se podría decir que, en cuanto a escala, CONABIO presenta una mejor delimitación de los usos de suelo y tipos de vegetación presentes.

Debido a la importancia que tiene la vegetación, principalmente la funcionalidad del manglar, la vegetación secundaria arbustiva o de manglar perturbado, humedales, otros tipos de vegetación, y los usos de suelo, se utilizará la información de CONABIO, para el polígono de proyecto. Sin embargo se apoyara en INEGI y trabajo de campo para asignar el tipo de vegetación a la categoría denominada como “Otra vegetación²”.

IV.5.2.2. Usos de suelo y tipos de vegetación en el polígono del proyecto

Utilizando el Mapa de uso del suelo y vegetación de la zona costera asociada a los manglares de Región Península de Yucatán, generado por la CONABIO (2013), indica que el área donde se ubica el polígono del proyecto, presenta la categoría de “Otra vegetación” y “área sin vegetación” (ver siguiente figura). De acuerdo con esta

² Se validó con el trabajo de campo que esta categoría corresponde a Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.

información por parte del proyecto se descarta la afectación a ecosistemas de valor ambiental como la vegetación de manglar y manglar perturbado.

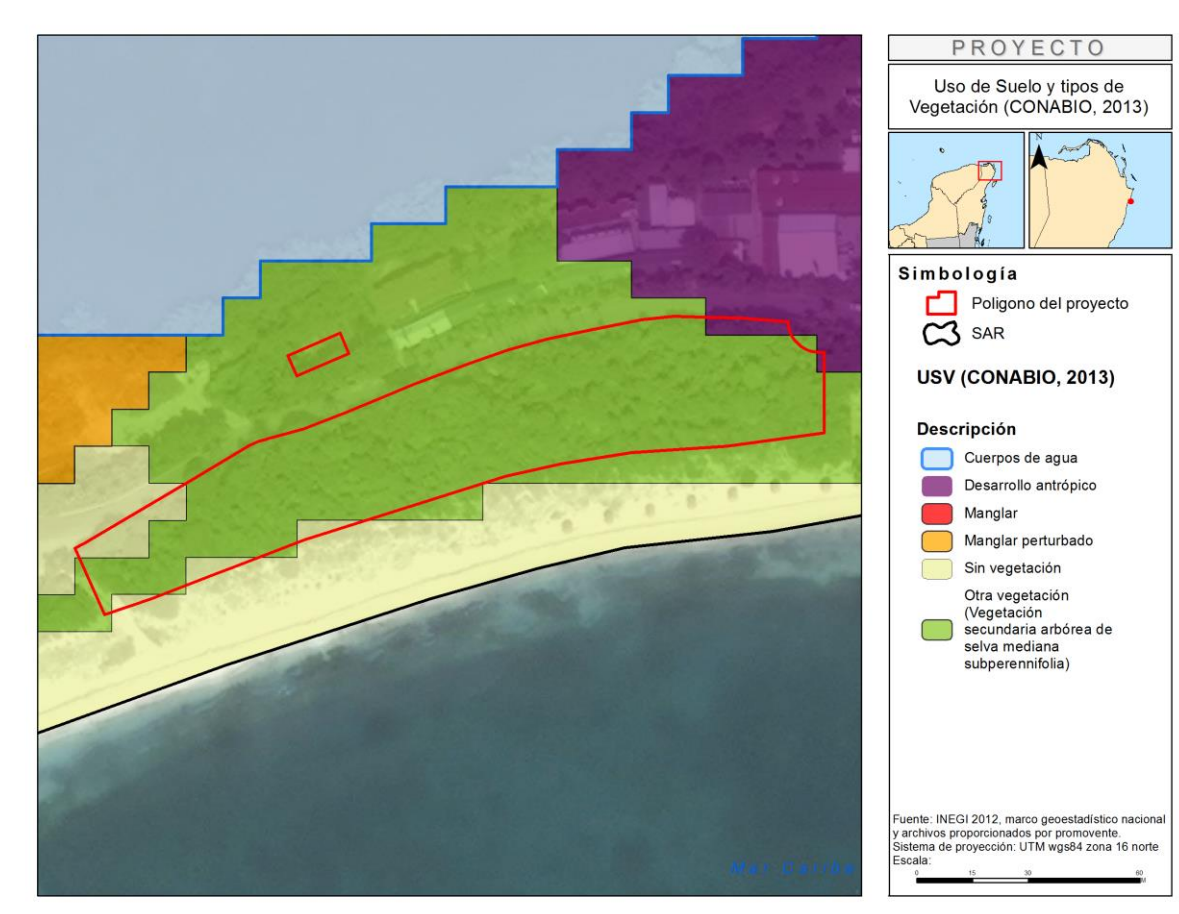


Figura IV. 90. Usos de suelo y tipos de vegetación en el polígono del proyecto (CONABIO, 2013).

Como se muestra en la figura anterior, la delimitación de la vegetación y usos de suelo en el polígono del proyecto es demasiado pequeña, lo cual significa que la delimitación no se ajusta a la realidad, o se está sobreestimando, por tal motivo se recurrió al uso de fotografías aéreas de alta resolución para la adecuada delimitación de los usos de suelo y tipos de vegetación en el área del proyecto (ver siguiente figura).



Figura IV. 91. Fotografías aéreas del área del proyecto.

Para generar la delimitación de los usos de suelo y tipos de vegetación, se apoyó también en trabajo de campo, así como en las fotografías aéreas del área del proyecto, las cuales fueron procesadas para generar un mosaico perfectamente Ortorectificado. Posteriormente se realizó, mediante las técnicas de fotointerpretación, la delimitación de los usos de suelo y tipos de vegetación (ver siguiente figura).

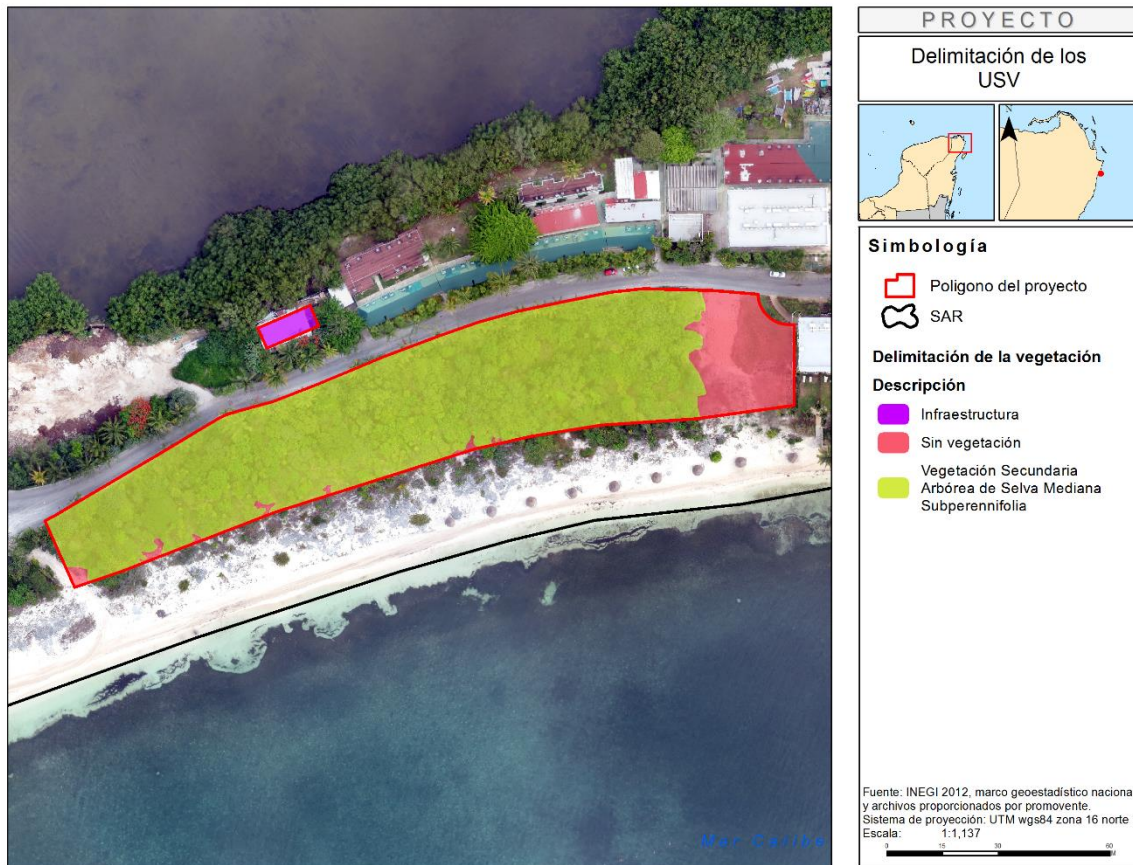


Figura IV. 92. Delimitación de los Usos de Suelo y tipos de vegetación en el SAR.

De acuerdo con la superficie del polígono del proyecto, se obtuvo un total de 0.63 ha (polígonos A y B referidos en el cap. II), de las cuales el 85.40% de su superficie corresponde a Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia, seguido de 13.14% de superficie sin vegetación, y 1.46% de superficie de infraestructura (ver siguiente tabla).

Tabla IV. 6. Usos de Suelo y Tipos de Vegetación en polígono del proyecto (considerando polígonos A y B).

Usos de Suelo y tipos de vegetación	Superficie	
	ha	%
Infraestructura	0.01	1.46
Sin vegetación	0.08	13.14
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.54	85.40
Total general	0.63	100

IV.5.2.3. Revisión bibliográfica y de bases de datos de flora presente en el SAR.

Contar con un antecedente de la flora en el SAR, nos permite tener un nivel de referencia de las especies con el cual podemos comparar y estimar el número de especies en el polígono del proyecto, así como la identificación de especies de importancia para su conservación o aquellas de difícil regeneración.

La revisión de bibliografía incluyó el Programa de Manejo para el ANP Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté (APFFMN), ya que cerca del SAR establecido se encuentra dicha ANP. Los datos indican que la diversidad florística está conformada por 3 clases: Magnoliopsida, Liliopsida y Polypodiopsida, con 173, 47, y 2 taxones respectivamente; sin embargo, un estudio realizado por Vásquez-Lule (2009), para la Región de la Península de Yucatán, número 64 (PY-64), registra solo dos clases: Magnoliopsida y Liliopsida, con 180 y 27 especies respectivamente. El listado florístico puede ser consultado en el capítulo IX de este DTU.

De acuerdo con estos dos estudios se estima que la riqueza florística para el SAR está compuesta por tres clases: Magnoliopsida con 65 familias, 212 géneros y 283 especies; Liliopsida con 15 familias, 50 géneros y 64 especies; y Polypodiopsida con 2 familias y 2 taxones, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV. 7 Composición florística general en el SAR.

Clase	Núm. Familias	Núm. de géneros	Núm. de especiasta*
Magnoliopsida	65	212	283
Liliopsida	15	50	64
Polypodiopsida	2	2	2
TOTAL=	82	264	349

*Representa la suma de las dos columnas previas.

Las familias mejor representadas son las que se indican en la siguiente tabla:

Tabla IV. 8 Familias mejor representadas en el SAR.

Familia	Núm. de especies	Familia	Núm. de especies
Fabaceae	46	Moraceae	8
Asteraceae	23	Acanthaceae	7
Poaceae	22	Polygonaceae	7
Apocynaceae	15	Solanaceae	7
Cyperaceae	14	Areaceae	6
Convolvulaceae	13	Orchidaceae	6
Malvaceae	13	Sapindaceae	6
Amaranthaceae	11	Sapotaceae	5
Boraginaceae	11	Bromeliaceae	5
Euphorbiaceae	11	Cucurbitaceae	5
Rubiaceae	11		

IV.5.2.4. Flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de acuerdo con la bibliografía en SAR.

Del listado potencial de especies de flora se registran nueve incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, todas bajo la categoría de Amenazada, mismas que se especifican en la siguiente tabla.

Tabla IV. 9. SAR, especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de acuerdo con la bibliografía.

Clase	Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de riesgo
Liliopsida	Arecaceae	<i>Coccothrinax readii</i>	Palma nakás	A
		<i>Pseudophoenix sargentii</i>	Palma kuká	A
		<i>Thrinax radiata</i>	Palma chit	A
	Asparagaceae	<i>Beaucarnea plabilis</i>	Ts'iipil*	A
Magnoliopsida	Acanthaceae	<i>Avicennia germinans</i>	Mangle negro	A
	Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle botoncillo	A
		<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle blanco	A
	Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle rojo	A
	Zygophyllaceae	<i>Guaiacum sanctum</i>	Guayacán	A

Coccothrinax readii (palma nakás)

Esta especie es endémica de la Península de Yucatán por lo que se distribuye en estados como Campeche, Yucatán y Quintana Roo (ver siguiente figura). De acuerdo con esta información es una especie que no se restringe al SAR y mucho menos al área del proyecto. Se desarrolla en el matorral de dunas costeras, la selva baja subperennifolia y la selva mediana subcaducifolia. Conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, esta especie se encuentra en categoría de amenazada en México (Polanco, 2013) debido a su uso en la construcción de casas, palapas y en centros turísticos, escobas, y para hacer trampas para langosta.

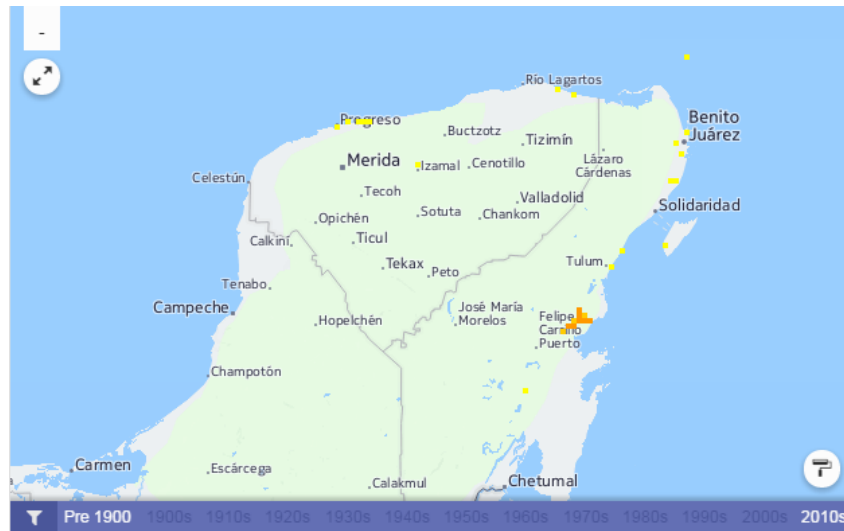


Figura IV. 93. Ubicación espacial de los registros de *Coccothrinax readii* (Fuente: www.gbif.org.)

Pseudophoenix sargentii (palma kuká)

Esta especie se desarrolla junto al mar en suelos de arena o caliza, abarcando principalmente los matorrales de duna costera. De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, esta especie se encuentra en categoría de Amenaza debido a la extracción masiva e irracional, impidiendo la regeneración y permanencia de las poblaciones naturales. En la siguiente figura se muestran registros de la representatividad de esta especie, la cual es considerada nativa de México, con distribución principalmente en Yucatán y Quintana Roo. Con esta información podemos asumir que su distribución no se restringe al área del proyecto o al SAR.

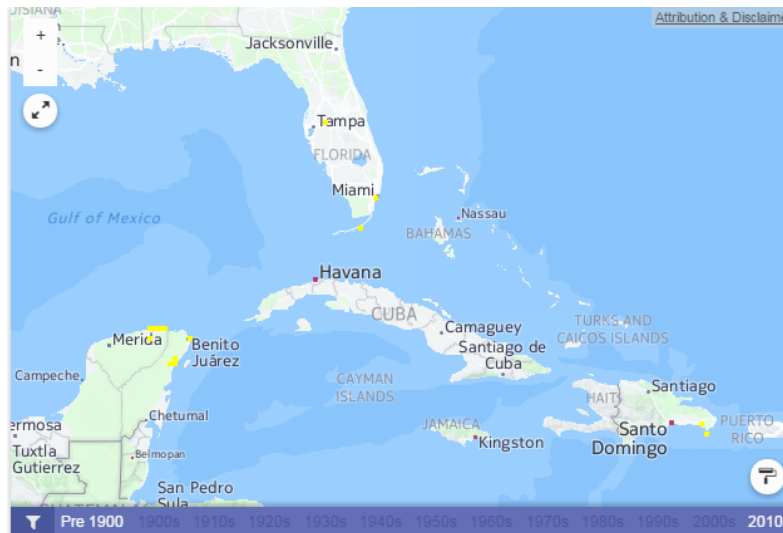


Figura IV. 94. Ubicación espacial de los registros de *Pseudophoenix sargentii* (Fuente: www.gbif.org)

Thrinax radiata (palma chit)

Especie en categoría de amenazada de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Es considerada nativa de México con distribución en la Península de Yucatán, y en otros países como Cuba, la Florida, Bahamas, Honduras e Islas Caimán. Su amplia distribución puede deberse a que tiene la facilidad de desarrollarse en dunas costeras o matorral costero y en selvas subperennifolias y subcaducifolias, en suelos arenosos y calcáreos. (SEDUMA, 2012-2018). Como se muestra en la siguiente figura y de acuerdo con los registros obtenidos actualmente es una especie bien representada para México, específicamente en la Península de Yucatán, por lo tanto no es una especie que se restrinja al SAR o al área del proyecto.

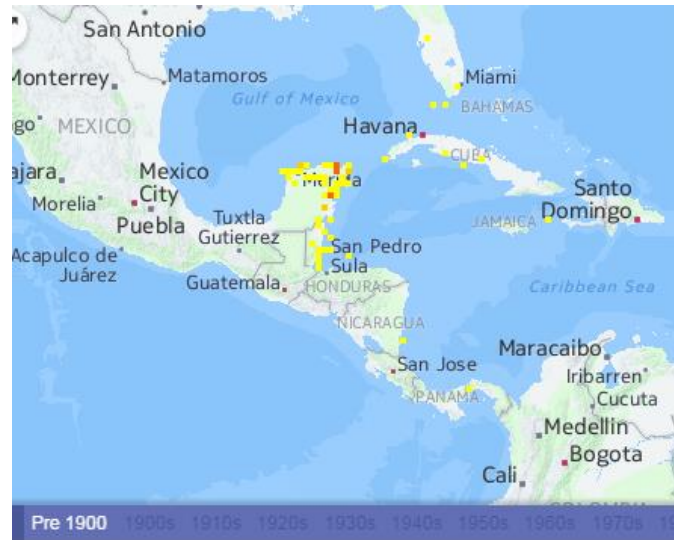


Figura IV. 95. Ubicación espacial de los registros de *Thrinax radiata* (Fuente: www.gbif.org.)

***Beaucarnea pliabilis* (ts'iipil)**

Especie nativa de México, con distribución principalmente en la Península de Yucatán, los tipos de vegetación en los que suele desarrollarse esta especie son selvas bajas, medianas y altas subperennifolias. Es considerada en categoría de amenazada de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, y ello se debe a la extracción como planta de ornato. Como se muestra en la siguiente figura, los registros obtenidos de esta especie para México indican que tiene una mayor representatividad en la Península de Yucatán, principalmente en la parte central, al analizar esta información se concluye que no es una especie con distribución restringida al área del proyecto o al SAR.

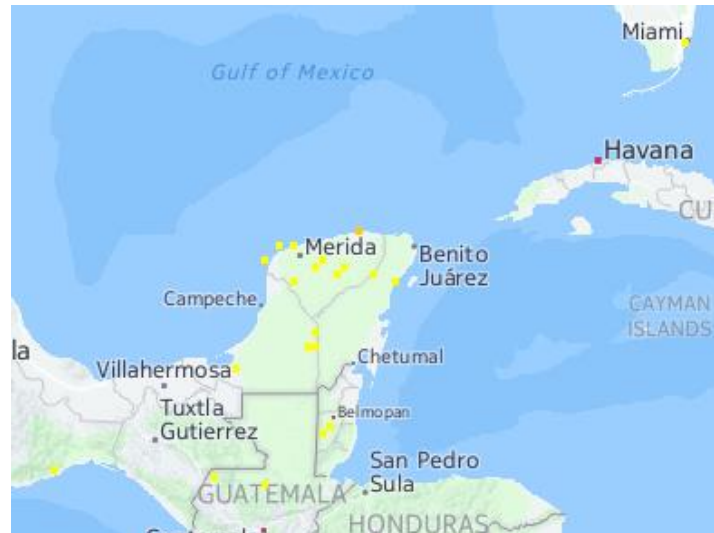


Figura IV. 96. Ubicación espacial de los registros de *Beaucarnea pliabilis* (Fuente: www.gbif.org.)

Avicennia germinans (mangle negro)

Es una especie nativa de México con una amplia distribución en diversos estados del país, principalmente en las zonas costeras de Baja California, Campeche, Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán entre otros (ver siguiente figura). De acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 se considera en categoría de amenazada debido a la fragmentación de su hábitat. Se encuentra en el SAR al ser una especie con una amplia distribución; sin embargo, de acuerdo a su distribución espacial no será afectada o modificada debido al presente proyecto.

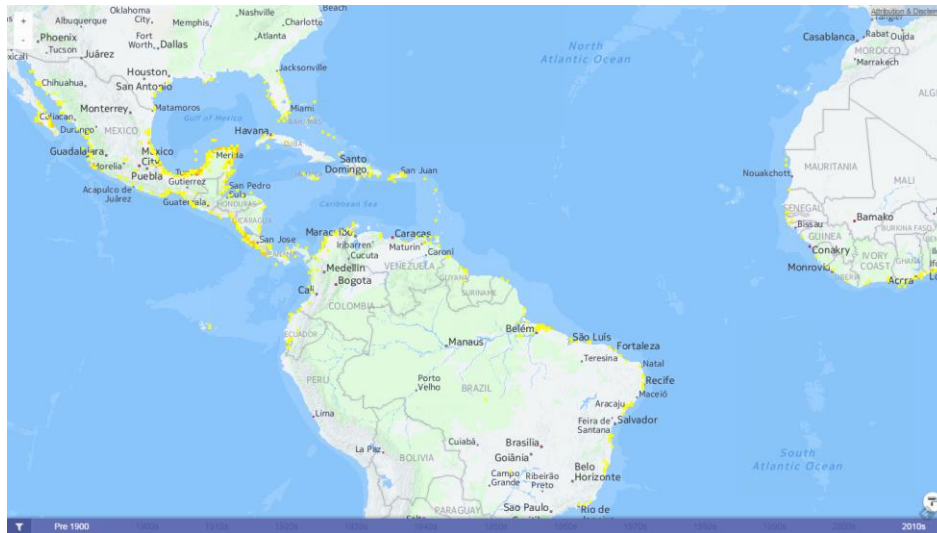


Figura IV. 97. Ubicación espacial de los registros de *Avicennia germinans* (Fuente: www.gbif.org)

Conocarpus erectus (mangle botoncillo)

Esta especie es considerada nativa de México y ampliamente distribuida en diversos estados de la zona costera (ver siguiente figura). Conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 se encuentra en categoría de amenazada. Al ser una especie con un amplio rango de distribución se registró en el SAR; sin embargo de acuerdo a la naturaleza del proyecto éste no modificará o afectará la distribución de esta especie.

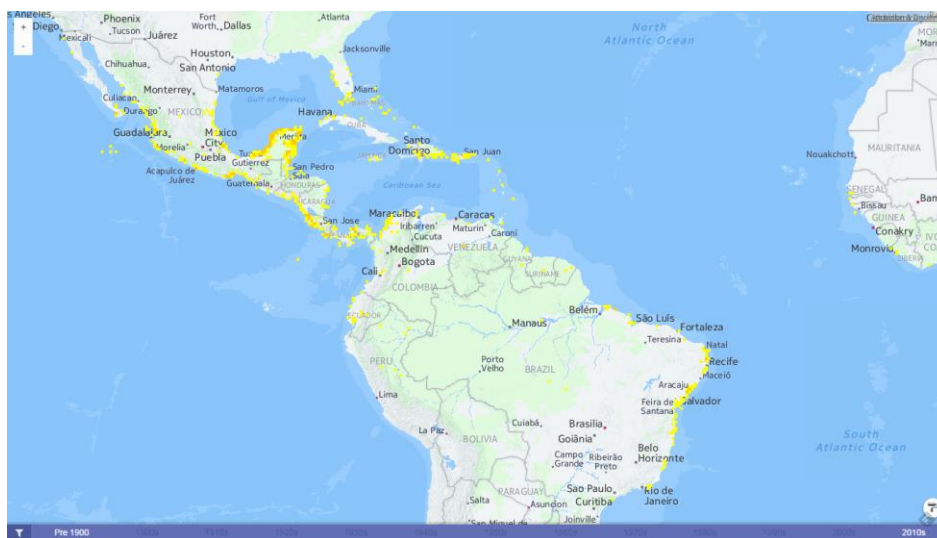


Figura IV. 98. Ubicación espacial de los registros de *Conocarpus erectus* (Fuente: www.gbif.org)

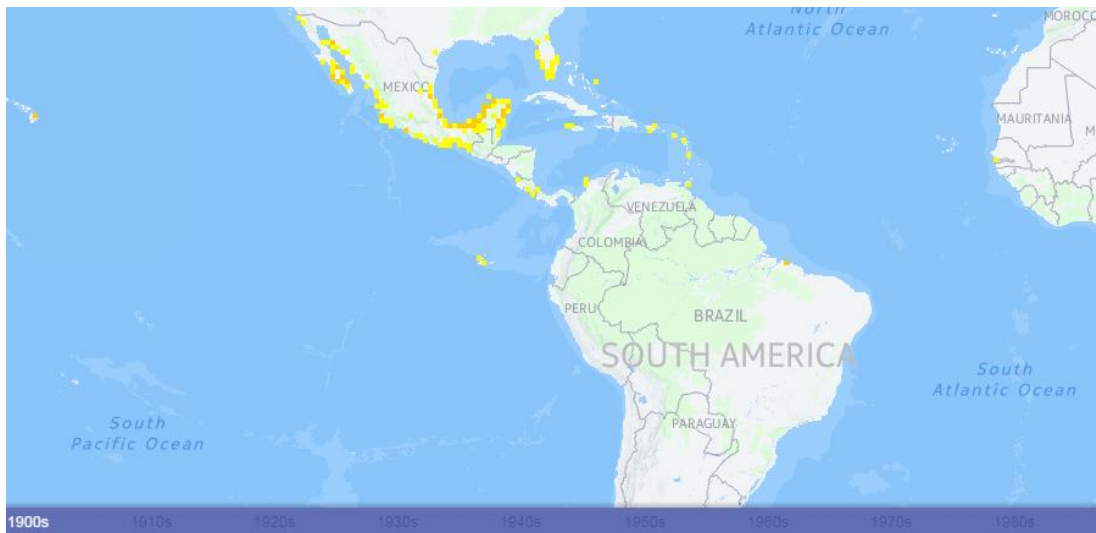


Figura IV. 100. Ubicación espacial de los registros de *Rhizophora mangle* (Fuente: www.gbif.org.)

Guaiacum sanctum (guayacán)

Árbol que habita en ambientes de cañadas donde la humedad es significativa, laderas con suelos medianos a profundos; en selva mediana subcaducifolia, en selva baja caducifolia y selva mediana subperennifolia. Es una especie nativa de México la cual se distribuye principalmente en la Península de Yucatán; sin embargo, se le puede encontrar en otros países como Costa Rica, Bahamas, España, Puerto Rico, Cuba y el sur de Florida (USA) entre otros (ver siguiente figura). Actualmente está incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en categoría de especie amenazada. Como se muestra en la siguiente figura existen registros tanto en Campeche, Yucatán y Quintana Roo por lo que su distribución no se restringe al SAR o al área del proyecto.

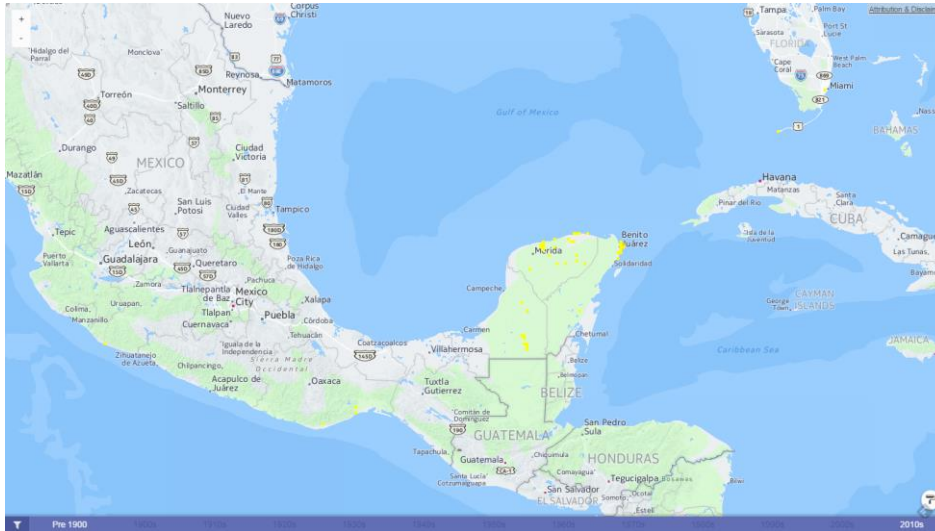


Figura IV. 101. Ubicación espacial de los registros de *Guaiacum sanctum* (Fuente: www.gbif.org.)

IV.5.2.5. Trabajo de campo de la flora presente en el SAR y en el polígono del proyecto

A continuación se describirán los resultados de los muestreos realizados en el SAR y en el polígono del proyecto. La información que sustenta lo aquí expuesto como las técnicas de muestreo empleadas, los archivos fotográficos, así como los índices de diversidad se han incluido en el capítulo IX de este DTU para que puedan ser consultados.

IV.5.2.6. Vegetación en el SAR

Para determinar los indicadores de diversidad dentro del SAR, se evaluaron nueve sitios de muestreo. En este sentido, se presenta una compilación de información florística con la finalidad de contar con un listado de especies con distribución en el SAR.

Los sitios de muestreo del SAR se agruparon según el tipo de vegetación, para posteriormente describir la composición y estructura por separado (ver siguiente tabla).

Tabla IV. 10. Tipo de vegetación por sitio de muestreo en el SAR.

ID	Clave del sitio	Coordenadas UTM (16Q)		Tipo de vegetación
		X	Y	
1	S1	522558	2325715	Vegetación de matorral costero
2	S2	522559	2325719	Vegetación de matorral costero
3	S3	522511	2325702	Vegetación de matorral costero
4	S4	522508	2325694	Vegetación de matorral costero
5	S5	522324	2325638	Vegetación de matorral costero
6	S6	517040	2332951	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia
7	S7	522548	2325792	Vegetación de manglar
8	S8	522510	2325778	Vegetación de manglar
9	S9	522475	2325759	Vegetación de manglar

Se identificó vegetación característica de selva mediana subperennifolia en su estadio sucesional de vegetación secundaria arbórea en el sitio 6; otro tipo es el de vegetación de matorral costero, al cual le corresponden los sitios 1 al 5; los sitios 7 al 9 presentaron vegetación característica de manglar.

En la siguiente tabla se presenta un listado general de las especies encontradas en los tres tipos de vegetación en el SAR y posteriormente se analizará por tipo de vegetación.

Tabla IV. 11. Listado florístico general de especies registradas en SAR.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común/de campo	FC ¹	TV ³	End ⁴	EC ³		
							NOM	IUCN	CITES
Clase Liliopsida									
1	ARECACEAE	<i>Cocos nucifera</i> L. (1753)	Palma de coco	A,Ar	VSA/SMQ, VDC	-	-	-	-
2		<i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830)	Palma chit	A, Ar, H	VSA/SMQ, VDC	E-M	A	-	-
Clase Magnoliopsida									
3	AMARYLLIDACEAE	<i>Hymenocallis littoralis</i> (Jacq.) Salisb. (1812)	Lirio araña	H	VDC	-	-	-	-
4	ANACARDIACEAE	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb. (1908)	Chechem	A, Ar	VSA/SMQ, VDC	-	-	-	-
5	BORAGINACEAE	<i>Cordia sebestena</i> L. (1753)	Ciricote de playa	A, Ar, H	VSA/SMQ, VDC	-	-	LC	-
6	BURSERACEAE	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg. (1890)	Palo mulato	A	VSA/SMQ, VDC	-	-	-	-
7	CAPPARACEAE	<i>Capparis incana</i> Kunth (1821)	Matagallina	A, Ar	VSA/SMQ, VDC	-	-	-	-
8	COMBRETACEAE	<i>Conocarpus erectus</i> L. (1753)	Mangle botoncillo	H	VM	E-M	A	LC	-
9		<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) Gaertn.f. (1807)	mangle blanco	A	VM		A		
10	FABACEAE	<i>Pithecellobium keyense</i> Britton (1928)	Ya'ax k'aax	A, Ar	VSA/SMQ, VDC	-	-	-	-
11	LAMIACEAE	<i>Vitex trifolia</i> L. (1753)	Árbol casto	Ar	VDC	-	-	-	-
12	MYRTACEAE	<i>Eugenia axillaris</i> (Sw.) Willd. (1799)	snc	A	VSA/SMQ	-	-	-	-
13	POACEAE	<i>Sporobolus virginicus</i> (L.) Kunth	pasto	H	VDC	-	-	-	-
14	POLYGONACEAE	<i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L. (1759)	Uvero de playa	A, Ar	VDC	-	-	-	-
15	PUTRANJIVACEAE	<i>Drypetes lateriflora</i> (Sw.) Krug & Urb. (1892)	snc	A	VSA/SMQ	-	-	-	-
16	RHIZOPHORACEAE	<i>Rhizophora mangle</i> L. (1753)	Mangle rojo	Ar, H	VM	E-M	A	LC	-
17	RUBIACEAE	<i>Ernodea littoralis</i> Sw. (1788)	snc	H	VDC	-	-	-	-
18	SAPOTACEAE	<i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni (1942)	Kaniste	A, Ar, H	VSA/SMQ, VDC	-	-	-	-
19	THEOPHRASTACEAE	<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) B.Ståhl & Källersjö	pico de gallo	Ar	VDC				
20	VERBENACEAE	<i>Lantana involucrata</i> L. (1756)	orégao xiw	Ar	VDC	-	-	-	-

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común/de campo	FC ¹	TV ³	End ⁴	EC ³		
							NOM	IUCN	CITES
21		<i>Phyla strigulosa</i> (M. Martens & Galeotti) Moldenke. (1947)	hierbabuena	Ar	VDC	–	–	–	–
22		sp. 1		A, Ar	VDC				
23		sp. 2		A	VDC				
24		sp. 3		A, Ar, H	VDC				

1. Familia: De acuerdo a Missouri Botanical Garden (2015). **2. FC (Forma de crecimiento):** A, Arbóreo; Ar, Arbustivo; H, Herbáceo. **3. TV (Tipo de Vegetación):** VSA/SMQ-VM, Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia-Vegetación de Manglar; VSA/SMQ, Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia; VDC, Vegetación de matorral costero **4. End (Endemismo):** E, Endémica; M, México. **5. EC: NOM (NOM-059-SEMARNAT-2010):** A, Amenazada; **IUCN** (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza): LC, Preocupación Menor; **CITES** (Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora).

En seguida se describe la composición y estructura en cada tipo de vegetación evaluado para el SAR.

a) Vegetación de matorral costero

Este tipo de vegetación se encuentra compuesto por dos clases, 14 familias 16 géneros reconocidos, así como de 19 especies diferentes (de las cuales no fueron identificadas tres, debido a la ausencia de estructuras botánicas que permitieran llevar a cabo el proceso de identificación de la especie). Del total de especies, 10 pertenecen al estrato arbóreo, 13 al arbustivo y seis al estrato herbáceo. En la siguiente tabla se presenta el listado de las especies que se registraron.

Tabla IV. 12. Listado florístico de especies registradas en vegetación de matorral costero en el SAR.

Familia	Nombre científico	Nombre común	FC	End	EC		
					NOM	IUCN	CITES
CLASE LILIOPSIDA							
ARECACEAE	<i>Cocos nucifera</i> L. (1753)	Palma de coco	A,Ar	–	–	–	–
	<i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830)	Palma chit	A,Ar,H	E-M	A	–	–
CLASE MAGNOLIOPSIDA							
AMARYLLIDACEAE	<i>Hymenocallis littoralis</i> (Jacq.) Salisb. (1812)	Lirio araña	H	–	–	–	–
ANACARDIACEAE	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb. (1908)	Chechem	A, Ar	–	–	–	–
BORAGINACEAE	<i>Cordia sebestena</i> L. (1753)	Ciricote de playa	A, Ar, H	–	–	LC	–
BURSERACEAE	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg. (1890)	Palo mulato	A	–	–	–	–
CAPPARACEAE	<i>Capparis incana</i> Kunth (1821)	Matagallina	Ar	–	–	–	–
FABACEAE	<i>Pithecellobium keyense</i> Britton (1928)	Ya'ax k'aax	Ar	–	–	–	–
LAMIACEAE	<i>Vitex trifolia</i> L. (1753)	Árbol casto	Ar	–	–	–	–
POACEAE	<i>Sporobolus virginicus</i> (L.) Kunth	pasto	H	–	–	–	–
POLYGONACEAE	<i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L. (1759)	Uvero de playa	A, Ar	–	–	–	–
RUBIACEAE	<i>Ernodea littoralis</i> Sw. (1788)	snc	H	–	–	–	–
SAPOTACEAE	<i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni (1942)	Kaniste	A	–	–	–	–
THEOPHRASTACEAE	<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) B.Ståhl & Källersjö	pico de gallo	Ar				
VERBENACEAE	<i>Lantana involucrata</i> L. (1756)	orégao xiiw	Ar	–	–	–	–
	<i>Phyla strigulosa</i> (M. Martens & Galeotti) Moldenke. (1947)	hierbabuena	Ar	–	–	–	–
	sp. 1	sp. 1	A, Ar				
	sp. 2	sp. 2	A				

Familia	Nombre científico	Nombre común	FC	End	EC		
	sp. 3	sp. 3	A, Ar, H				

1. FC (Forma de crecimiento): A, Arbóreo; Ar, Arbustivo; H, Herbáceo. **2. End (Endemismo):** E, Endémica; M, México. **3. EC (Estado de conservación):** **NOM** (NOM-059-SEMARNAT-2010): A, Amenazada; **IUCN** (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza): LC, Preocupación Menor; **CITES** (Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora).

Se estimaron los indicadores de diversidad y estructura para cada uno de los estratos dentro de este tipo de vegetación.

Estrato arbóreo

En las siguientes tablas se muestran los valores promedio de DAP, área basal, altura y cobertura, así como abundancia relativa obtenidos de manera general para el estrato.

Tabla IV. 13. Parámetros descriptivos de la estructura general del estrato arbóreo en VMC.

Parámetro	DAP (cm)	Área basal (m ²)	Altura (m)	Cobertura (m ²)
Promedio	8.10	0.0061	2.98	4.8176
Máxima	21.00	0.0380	7.50	63.6173
Mínima	0.50	0.0000	0.14	0.0104

- 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 arbóreo.

Tabla IV. 14. Índices de Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Equidad de Pielou para el estrato arbóreo. SAR (VMC).

Nombre científico	ni	pi	pi ²	-pi*Ln*pi
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg. (1890)	1	0.0091	0.0001	0.0427
<i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L. (1759)	16	0.1455	0.0212	0.2804
<i>Cocos nucifera</i> L. (1753)	1	0.0091	0.0001	0.0427
<i>Cordia sebestena</i> L. (1753)	25	0.2273	0.0517	0.3367
<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb. (1908)	1	0.0091	0.0001	0.0427

Nombre científico	ni	pi	pi ²	-pi*Ln*pi
<i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni (1942)	7	0.0636	0.0040	0.1753
<i>sp. 1</i>	15	0.1364	0.0186	0.2717
<i>sp. 2</i>	1	0.0091	0.0001	0.0427
<i>sp. 3</i>	2	0.0182	0.0003	0.0729
<i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830)	41	0.3727	0.1389	0.3678
Sumatoria (Σ)=	110	1	0.2350	1.6758

Dónde:

Riqueza específica (S)=	10
Índice de Margalef (D _{mg})=	1.9147
Índice de Simpson (D)=	0.2350
Diversidad de Simpson (1-D)=	0.7650
Índice de Shannon-Wiener (H')=	1.6758
Máxima diversidad (H _{max})=	2.3026
Equidad de Pielou (J') =	0.7278
H _{max} - H' =	0.6268

El estrato arbóreo está representado por una riqueza de 10 especies, las cuales presentan una uniformidad en su distribución de 0.7278 según el índice 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 índice de Simpson, el cual expresado en términos de dominancia da un valor de 0.2350, mismo que resulta bajo si consideramos que el máximo sería de 1. En cuanto al índice de Shannon-Wiener (H'), este presenta un valor alto comparado con el de la máxima diversidad que podría alcanzar el estrato.

En la siguiente tabla se puede observar que las especies *Thrinax radiata* y *Cordia sebestena* en orden de mayor a menor abundancia respectivamente, presentan valores altos en abundancia relativa.

Tabla IV. 15. Abundancia relativa en el estrato arbóreo para el SAR (VMC).

Nombre científico	Abundancia relativa %
<i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830)	37.2727
<i>Cordia sebestena</i> L. (1753)	22.7273
<i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L. (1759)	14.5455
sp. 1	13.6364
<i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni (1942)	6.3636
sp. 3	1.8182
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg. (1890)	0.9091
<i>Cocos nucifera</i> L. (1753)	0.9091
<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb. (1908)	0.9091
sp. 2	0.9091
Sumatoria (Σ)=	100

- **Índice de valor de importancia**

Por su parte el índice de valor de importancia (IVI) muestra cuales son las especies con mayor relevancia en este estrato, por su densidad, dominancia (área basal o cobertura ocupada) y frecuencia de aparición.

Índice de Valor de Importancia con Dominancia=área basal

En la siguiente tabla se muestra el índice de valor de importancia tomando en cuenta el área basal para el parámetro de dominancia.

Tabla IV. 16. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbóreo en el SAR (VMC). Con dominancia=área basal.

Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	I.V.I.
<i>Coccoloba uvifera</i>	14.5455	16.6667	47.2217	78.4338
<i>Thrinax radiata</i>	37.2727	20.8333	14.7420	72.8481
<i>Cordia sebestena</i>	22.7273	16.6667	18.2532	57.6472
sp. 1	13.6364	12.5000	10.9547	37.0911
<i>Pouteria campechiana</i>	6.3636	8.3333	5.0810	19.7780
sp. 3	1.8182	8.3333	0.7614	10.9129
<i>Bursera simaruba</i>	0.9091	4.1667	1.3510	6.4268
<i>Cocos nucifera</i>	0.9091	4.1667	0.7462	5.8220

Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	I.V.I.
<i>Metopium brownei</i>	0.9091	4.1667	0.6660	5.7418
sp. 2	0.9091	4.1667	0.2227	5.2985
Totales	100.0000	100.0000	100.0000	300.0000

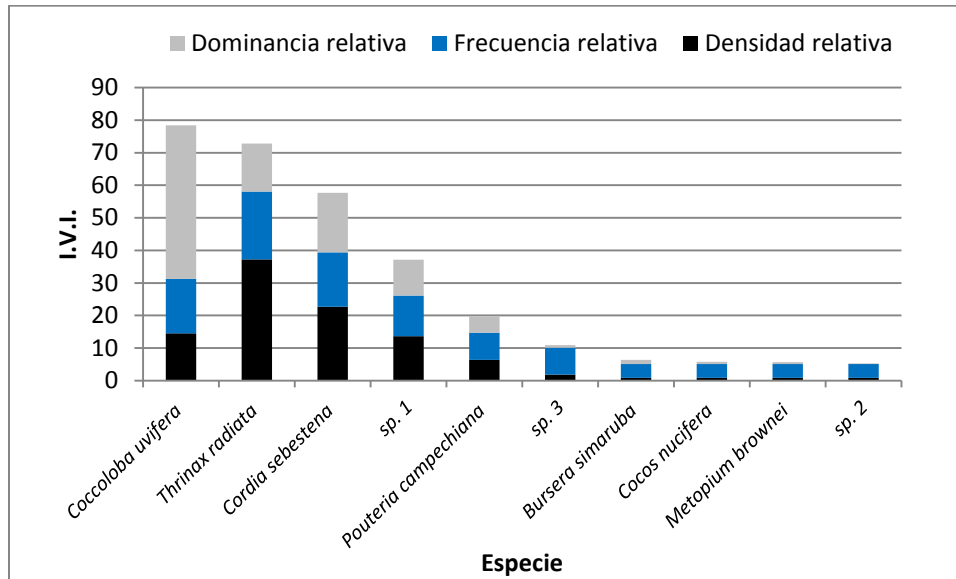


Figura IV. 102. Representación gráfica del I.V.I. Estrato arbóreo. SAR (VMC).

Como se puede observar en la figura anterior, las especies con mayor valor de importancia en el estrato arbóreo (con dominancia=área basal) son *Thrinax radiata*, *Cordia sebestena* y *Coccoloba uvifera*.

Índice de Valor de Importancia con dominancia=cobertura

En la 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. 17. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbóreo (VMC), con Dominancia=cobertura.

Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	I.V.I.
<i>Thrinax radiata</i>	37.2727	20.8333	15.3947	73.5007
<i>Coccoloba uvifera</i>	14.5455	16.6667	38.2733	69.4854
<i>Cordia sebestena</i>	22.7273	16.6667	21.8694	61.2633
sp. 1	13.6364	12.5000	13.6935	39.8298

Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	I.V.I.
<i>Pouteria campechiana</i>	6.3636	8.3333	6.8237	21.5206
sp. 3	1.8182	8.3333	1.1457	11.2972
<i>Bursera simaruba</i>	0.9091	4.1667	1.2574	6.3332
sp. 2	0.9091	4.1667	0.7520	5.8278
<i>Metopium brownei</i>	0.9091	4.1667	0.7010	5.7768
<i>Cocos nucifera</i>	0.9091	4.1667	0.0894	5.1652
Total=	100.0000	100.0000	100.0000	300.0000

Como se puede apreciar en la siguiente gráfica (ver siguiente figura), al reemplazar la dominancia de área basal por el valor de cobertura, las especies con mayor o menor valor de importancia cambian su orden.

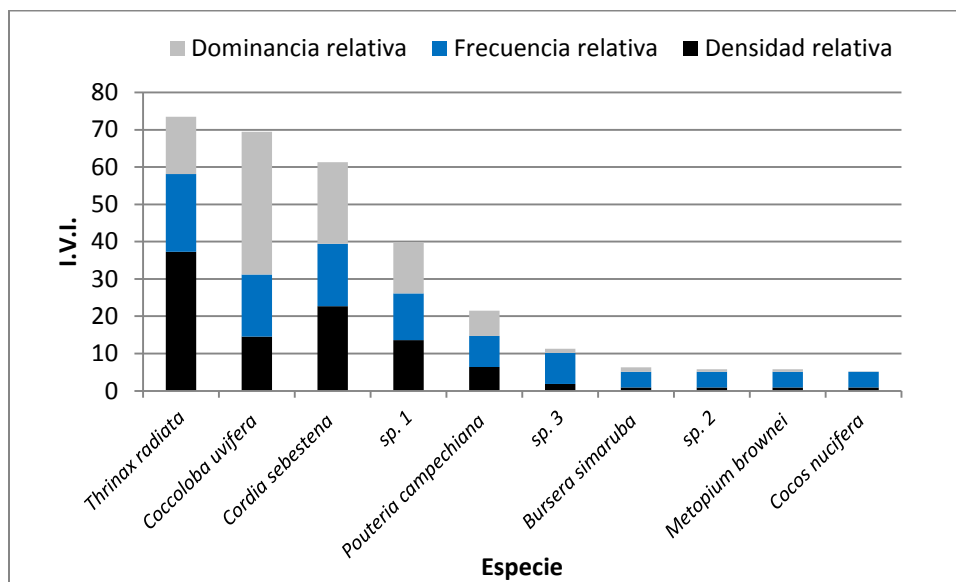


Figura IV. 103. Representación gráfica del I.V.I. con Dominancia=cobertura. Estrato arbóreo (VMC).

Estrato arbustivo

En la siguiente tabla, se muestran los valores promedio de altura y cobertura, de manera general para el estrato.

Tabla IV. 18. Parámetros descriptivos de la estructura general del estrato arbustivo en VMC.

Parámetro	DAP (cm)	Área basal (m ²)	Altura (m)	Cobertura (m ²)
Promedio	8.01	0.0060	2.90	4.2054
Máxima	21.00	0.0380	7.50	53.4562
Mínima	0.50	0.0000	0.14	0.0104

- **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. 19. Índices de Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Equidad de Pielou para el estrato arbustivo. SAR (VMC).

Nombre científico	ni	pi	pi ²	-pi*Ln*pi
<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) B.Ståhl & Källersjö	1	0.0091	0.0001	0.0427
<i>Capparis incana</i> Kunth (1821)	1	0.0091	0.0001	0.0427
<i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L. (1759)	2	0.0182	0.0003	0.0729
<i>Cocos nucifera</i> L. (1753)	1	0.0091	0.0001	0.0427
<i>Cordia sebestena</i> L. (1753)	25	0.2273	0.0517	0.3367
<i>Lantana involucrata</i> L. (1756)	3	0.0273	0.0007	0.0982
<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb. (1908)	2	0.0182	0.0003	0.0729
<i>Phyla strigulosa</i> (M. Martens & Galeotti) Moldenke. (1947)	1	0.0091	0.0001	0.0427
<i>Pithecellobium keyense</i> Britton (1928)	7	0.0636	0.0040	0.1753
sp. 1	3	0.0273	0.0007	0.0982
sp. 3	2	0.0182	0.0003	0.0729
<i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830)	60	0.5455	0.2975	0.3306
<i>Vitex trifolia</i> L. (1753)	2	0.0182	0.0003	0.0729
Sumatoria (Σ)=	110	1	0.3564	1.5015

Dónde:

Riqueza específica (S)=	13
Índice de Margalef (Dmg)=	2.5529
Índice de Simpson (D)=	0.3564
Diversidad de Simpson (1-D)=	0.6436
Índice de Shannon-Wiener (H')=	1.5015
Máxima diversidad (H _{max})=	2.5649
Equidad de Pielou (J') =	0.5854
H _{max} - H' =	1.0635

El estrato arbustivo está representado por una riqueza de 13 especies, las cuales presentan una uniformidad en su distribución de 0.5854 según el índice de Equidad de Pielou (J'), este dato indica que hay presencia de especies dominantes en este estrato representada por el índice de Simpson, el cual expresado en términos de dominancia da un valor de 0.3564.

En la siguiente tabla se puede observar que la especie con valor más alto de abundancia relativa es *Thrinax radiata*, seguida de *Cordia sebestena* y son las que ocasionarían la dominancia.

Tabla IV. 20. Abundancia relativa en el estrato arbustivo. SAR (VMC).

Nombre científico	Abundancia relativa %
<i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830)	54.5455
<i>Cordia sebestena</i> L. (1753)	22.7273
<i>Pithecellobium keyense</i> Britton (1928)	6.3636
<i>Lantana involucrata</i> L. (1756)	2.7273
sp. 1	2.7273
<i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L. (1759)	1.8182
<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb. (1908)	1.8182
sp. 3	1.8182
<i>Vitex trifolia</i> L. (1753)	1.8182
<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) B.Ståhl & Källersjö	0.9091
<i>Capparis incana</i> Kunth (1821)	0.9091
<i>Cocos nucifera</i> L. (1753)	0.9091
<i>Phyla strigulosa</i> (M. Martens & Galeotti) Moldenke. (1947)	0.9091
Sumatoria (Σ)=	100

- **Índice de Valor de Importancia**

Por su parte el índice de valor de importancia muestra cuales son las especies con mayor relevancia en este estrato, por su densidad, cobertura y frecuencia de aparición (ver siguiente tabla).

Tabla IV. 21. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbustivo. SAR (VMC).

Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	I.V.I.
<i>Thrinax radiata</i>	54.5455	19.0476	55.4592	129.0523
<i>Cordia sebestena</i>	22.7273	19.0476	28.1786	69.9535
<i>Pithecellobium keyense</i>	6.3636	9.5238	1.7277	17.6152
sp. 1	2.7273	4.7619	6.5045	13.9937
<i>Lantana involucrata</i>	2.7273	9.5238	1.0604	13.3114
<i>Coccoloba uvifera</i>	1.8182	4.7619	2.1655	8.7456

Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	I.V.I.
<i>Metopium brownei</i>	1.8182	4.7619	2.1229	8.7030
<i>sp. 3</i>	1.8182	4.7619	0.8323	7.4124
<i>Vitex trifolia</i>	1.8182	4.7619	0.5715	7.1515
<i>Capparis incana</i>	0.9091	4.7619	1.1285	6.7995
<i>Cocos nucifera</i>	0.9091	4.7619	0.1375	5.8085
<i>Bonellia macrocarpa</i>	0.9091	4.7619	0.0609	5.7319
<i>Phyla strigulosa</i>	0.9091	4.7619	0.0505	5.7215
Totales	100.0000	100.0000	100.0000	300.0000

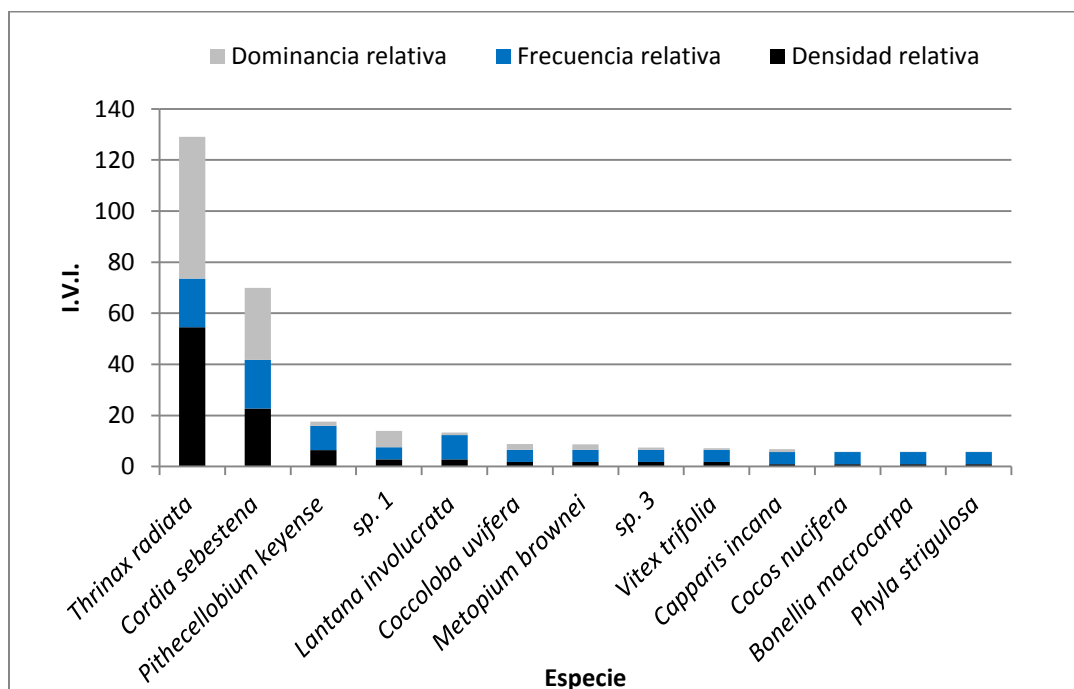


Figura IV. 104. Representación gráfica del I.V.I. Estrato arbustivo. SAR (VMC).

Como se puede observar en la figura anterior, las especies con mayor valor de importancia en el estrato arbustivo son *Thrinax radiata* y *Cordia sebestena*.

Estrato herbáceo

En la siguiente tabla se pueden apreciar los valores promedio de altura y cobertura de manera general para este estrato.

Tabla IV. 22. Parámetros descriptivos de la estructura general del estrato herbáceo en VMC.

Parámetro	Altura (m)	Cobertura (m ²)
Promedio	2.93	4.4344
Máxima	7.50	53.4562
Mínima	0.14	0.0104

- **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 herbáceo.

Tabla IV. 23. Índices de Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Equidad de Pielou para el estrato herbáceo. SAR (VMC).

NOMBRE CIENTÍFICO	ni	pi	pi ²	-pi*Ln*pi
<i>Cordia sebestena</i> L. (1753)	1	0.0769	0.0059	0.1973
<i>Ernodea littoralis</i> Sw. (1788)	1	0.0769	0.0059	0.1973
<i>Hymenocallis littoralis</i> (Jacq.) Salisb. (1812)	6	0.4615	0.2130	0.3569
<i>sp. 3</i>	2	0.1538	0.0237	0.2880
<i>Sporobolus virginicus</i> (L.) Kunth	2	0.1538	0.0237	0.2880
<i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830)	1	0.0769	0.0059	0.1973
Sumatoria (Σ)=	13	1.0000	0.2781	1.5247

Dónde:

Riqueza específica (S)=	6
Índice de Margalef (Dmg)=	1.9494
Índice de Simpson (D)=	0.2781
Diversidad de Simpson (1-D)=	0.7219
Índice de Shannon-Wiener (H')=	1.5247
Máxima diversidad (H _{max})=	1.7918
Equidad de Pielou (J') =	0.8510
H _{max} - H' =	0.2671

El estrato herbáceo está representado por una riqueza de tres especies, los indicadores de diversidad se muestran únicamente para fines comparativos con el proyecto.

Se puede observar que *Hymenocallis littoralis* es la especie más abundante dentro de este estrato (ver siguiente tabla).

Tabla IV. 24. Abundancia relativa. Estrato herbáceo. SAR (VMC).

NOMBRE CIENTÍFICO	Abundancia relativa %
<i>Hymenocallis littoralis</i> (Jacq.) Salisb. (1812)	46.15
<i>sp. 3</i>	15.38
<i>Sporobolus virginicus</i> (L.) Kunth	15.38
<i>Cordia sebestena</i> L. (1753)	7.69
<i>Ernodea littoralis</i> Sw. (1788)	7.69
<i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830)	7.69
Sumatoria (Σ)=	100.00

- **Índice de Valor de Importancia**

En cuanto al índice de valor de importancia, de igual manera sugiere que por densidad, cobertura y distribución *Hymenocallis littoralis* es la mejor representada (ver siguiente tabla y figura).

Tabla IV. 25. Índice de Valor de Importancia para el estrato herbáceo. SAR (VMC).

Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	I.V.I.
<i>Hymenocallis littoralis</i>	46.1538	12.5000	41.3255	99.9793
<i>sp. 3</i>	15.3846	25.0000	35.0035	75.3881
<i>Sporobolus virginicus</i>	15.3846	25.0000	17.7613	58.1460
<i>Thrinax radiata</i>	7.6923	12.5000	2.8460	23.0383
<i>Cordia sebestena</i>	7.6923	12.5000	2.3822	22.5745
<i>Ernodea littoralis</i>	7.6923	12.5000	0.6815	20.8739
Totales=	100.0000	100.0000	100.0000	300.0000

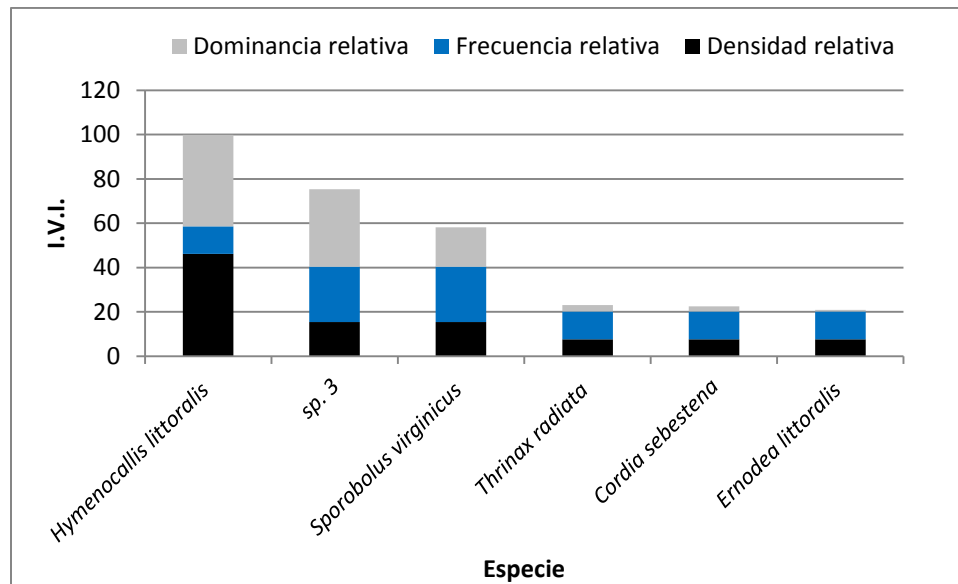


Figura IV. 105. Representación gráfica del I.V.I. Estrato herbáceo. SAR (VMC).

b) Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia (VSA/SMQ).

Este tipo de vegetación se encuentra compuesto por dos clases, nueve familias, 10 géneros y 10 especies. Las 10 especies se hicieron presentes en el estrato arbóreo, 5 en el arbustivo y 2 en el estrato herbáceo (ver siguiente tabla).

Tabla IV. 26. Listado florístico de especies registradas en Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia. SAR.

Familia ¹	Nombre científico	Nombre común	FC ²	End ⁴	EC ⁵		
					NOM	IUCN	CITES
Clase Liliopsida							
Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> L. (1753)	Palma de coco	A	–	–	–	–
	<i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830)	Palma chit	A, Ar, H	E-M	A	–	–
Clase Magnoliopsida							
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. (1890)	Palo mulato	A	–	–	–	–
Capparaceae	<i>Capparis incana</i> Kunth (1821)	Matagallina	A, Ar	–	–	–	–

Familia ¹	Nombre científico	Nombre común	FC ²	End ⁴	EC ⁵			
Fabaceae	<i>Pithecellobium keyense</i> Britton (1928)	Ya'ax k'aax	A, Ar	-	-	-	-	-
Myrtaceae	<i>Eugenia axillaris</i> (Sw.) Willd. (1799)	snc	A	-	-	-	-	-
Putranjivaceae	<i>Drypetes lateriflora</i> (Sw.) Krug & Urb. (1892)	snc	A	-	-	-	-	-
Sapotaceae	<i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni (1942)	Kaniste	A, Ar, H	-	-	-	-	-

1. FC (Forma de crecimiento): A, Arbóreo; Ar, Arbustivo; H, Herbáceo. 2. End (Endemismo): E, Endémica; M, México. 3. EC (Estado de conservación): NOM (NOM-059-SEMARNAT-2010): A, Amenazada; IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza): LC, Preocupación Menor; CITES (Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora).

Enseguida se determinaron los indicadores de diversidad y estructura para cada uno de los estratos para este tipo de vegetación.

Estrato arbóreo

En la siguiente tabla se muestran los valores promedio de DAP, área basal, altura y cobertura, así como abundancia relativa obtenidos de manera general para el estrato.

Tabla IV. 27. Parámetros descriptivos de la estructura general del estrato arbóreo en VSA/SMQ.

Parámetro	DAP (cm)	Área basal (m2)	Altura (m)	Cobertura (m2)
Promedio	10.12	0.0097	5.35	5.3247
Máxima	27.00	0.0573	7.00	15.9043
Mínima	5.00	0.0020	3.00	0.7854

- 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 arbóreo.

Tabla IV. 28. Índices de Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Equidad de Pielou para el estrato arbóreo. SAR (VSA/SMQ).

Nombre científico	ni	pi	pi ²	-pi*Ln*pi
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg. (1890)	2	0.0400	0.0016	0.1288
<i>Capparis incana</i> Kunth (1821)	2	0.0400	0.0016	0.1288
<i>Cocos nucifera</i> L. (1753)	1	0.0200	0.0004	0.0782
<i>Cordia sebestena</i> L. (1753)	12	0.2400	0.0576	0.3425

<i>Drypetes lateriflora</i> (Sw.) Krug & Urb. (1892)	1	0.0200	0.0004	0.0782
<i>Eugenia axillaris</i> (Sw.) Willd. (1799)	4	0.0800	0.0064	0.2021
<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb. (1908)	3	0.0600	0.0036	0.1688
<i>Pithecellobium keyense</i> Britton (1928)	2	0.0400	0.0016	0.1288
<i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni (1942)	22	0.4400	0.1936	0.3612
<i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830)	1	0.0200	0.0004	0.0782
Sumatoria (Σ)=	50	1.0000	0.2672	1.6956

Dónde:

Riqueza específica (S)=	10
Índice de Margalef (Dmg)=	2.3006
Índice de Simpson (D)=	0.2672
Diversidad de Simpson (1-D)=	0.7328
Índice de Shannon-Wiener (H')=	1.6956
Máxima diversidad (H _{max})=	2.3026
Equidad de Pielou (J') =	0.7364
H _{max} - H' =	0.6070

El estrato arbóreo está representado por una riqueza de 10 especies, las cuales presentan una uniformidad en su distribución de 0.7364 según el índice 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 índice de Simpson, el cual expresado en términos de dominancia da un valor de 0.2672, mismo que resulta bajo si consideramos que el máximo sería de 1. En cuanto al índice de Shannon-Wiener (H'), este presenta un valor alto comparado con el de la máxima diversidad que podría alcanzar el estrato.

En la siguiente tabla se puede observar que las especies *Pouteria campechiana* y *Cordia sebestena*, en orden de mayor a menor abundancia respectivamente, presentan valores altos en abundancia relativa.

Tabla IV. 29. Abundancia relativa. Estrato arbóreo. SAR (VSA/SMQ).

Nombre científico	Abundancia relativa %
<i>Pouteria campechiana</i>	44.00
<i>Cordia sebestena</i>	24.00
<i>Eugenia axillaris</i>	8.00
<i>Metopium brownei</i>	6.00
<i>Bursera simaruba</i>	4.00

<i>Capparis incana</i>	4.00
<i>Pithecellobium keyense</i>	4.00
<i>Cocos nucifera</i>	2.00
<i>Drypetes lateriflora</i>	2.00
<i>Thrinax radiata</i>	2.00
Sumatoria (Σ)=	100.00

- **Índice de valor de importancia**

Por su parte el índice de valor de importancia muestra cuales son las especies con mayor relevancia en este estrato, por su densidad, dominancia (área basal o cobertura ocupada) y frecuencia de aparición. Índice de Valor de Importancia con Dominancia=área basal.

En la siguiente tabla se muestra el índice de valor de importancia tomando en cuenta el área basal para el parámetro de dominancia.

Tabla IV. 30. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbóreo. SAR (VSA/SMQ) con dominancia=área basal.

Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	I.V.I.
<i>Pouteria campechiana</i>	44.0000	10.0000	58.5841	112.5841
<i>Cordia sebestena</i>	24.0000	10.0000	7.4993	41.4993
<i>Metopium brownei</i>	6.0000	10.0000	11.3713	27.3713
<i>Eugenia axillaris</i>	8.0000	10.0000	8.2142	26.2142
<i>Bursera simaruba</i>	4.0000	10.0000	9.4576	23.4576
<i>Pithecellobium keyense</i>	4.0000	10.0000	1.8248	15.8248
<i>Capparis incana</i>	4.0000	10.0000	0.9458	14.9458
<i>Cocos nucifera</i>	2.0000	10.0000	1.1127	13.1127
<i>Thrinax radiata</i>	2.0000	10.0000	0.7121	12.7121
<i>Drypetes lateriflora</i>	2.0000	10.0000	0.2782	12.2782
Totales	100.0000	100.0000	100.0000	300.0000

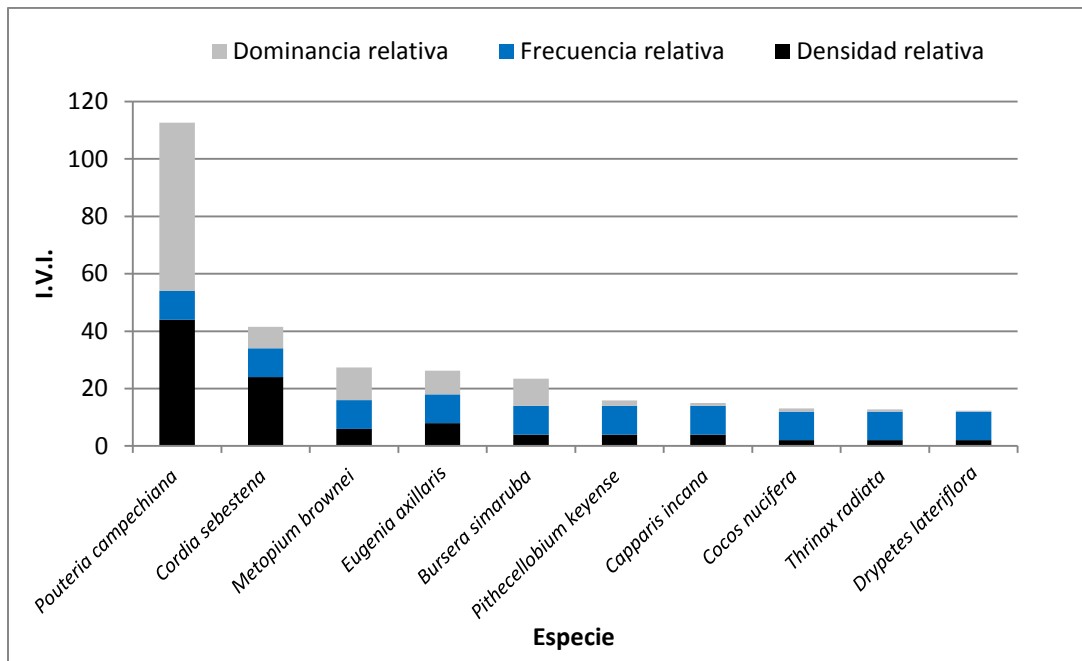


Figura IV. 106. Representación gráfica del I.V.I. Estrato arbóreo. SAR (VSA/SMQ).

Como se puede observar en la figura anterior, las especies con mayor valor de importancia en el estrato arbóreo (con dominancia=área basal) son *Pouteria campechiana* y *Metopium brownei*.

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. 31. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbóreo (VSA/SMQ), con Dominancia=cobertura.

Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	I.V.I.
<i>Pouteria campechiana</i>	44.0000	10.0000	55.5892	109.5892
<i>Cordia sebestena</i>	24.0000	10.0000	13.2706	47.2706
<i>Metopium brownei</i>	6.0000	10.0000	12.2056	28.2056
<i>Eugenia axillaris</i>	8.0000	10.0000	3.2081	21.2081
<i>Bursera simaruba</i>	4.0000	10.0000	6.8772	20.8772
<i>Capparis incana</i>	4.0000	10.0000	2.5259	16.5259
<i>Pithecellobium keyense</i>	4.0000	10.0000	1.8438	15.8438

Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	I.V.I.
<i>Cocos nucifera</i>	2.0000	10.0000	2.3961	14.3961
<i>Drypetes lateriflora</i>	2.0000	10.0000	1.1800	13.1800
<i>Thrinax radiata</i>	2.0000	10.0000	0.9034	12.9034
Total=	100.0000	100.0000	100.0000	300.0000

Como se puede apreciar, al reemplazar la dominancia de área basal por el valor de cobertura, las especies con mayor importancia conservan su orden, mientras que las de valores intermedios y menores cambian (ver siguiente figura).

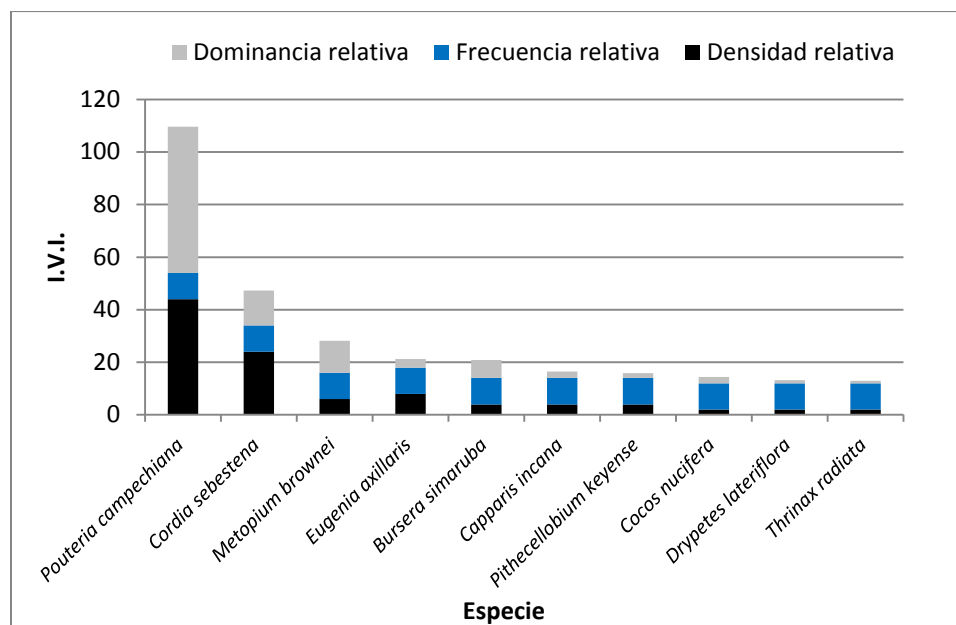


Figura IV. 107. Representación gráfica del I.V.I. con Dominancia=cobertura. Estrato arbóreo (VSA/SMQ).

Estrato arbustivo

En la siguiente tabla se muestran los valores promedio, así como los máximos y mínimos del diámetro altura del pecho, área basal, altura y cobertura, de manera general para el estrato.

Tabla IV. 32. Parámetros descriptivos de la estructura general del estrato arbustivo en VSA/SMQ.

Parámetro	DAP (cm)	Área basal (m ²)	Altura (m)	Cobertura (m ²)
Promedio	5.00	0.0021	2.03	3.0271
Máxima	8.00	0.0050	4.00	19.6350
Mínima	3.00	0.0007	1.20	0.2827

- 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. 33. Índices de Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Equidad de Pielou para el estrato arbustivo. SAR (VSA/SMQ).

Nombre científico	ni	pi	pi ²	-pi*Ln*pi
<i>Capparis incana</i>	2	0.1000	0.0100	0.2303
<i>Cordia sebestena</i>	3	0.1500	0.0225	0.2846
<i>Pithecellobium keyense</i>	1	0.0500	0.0025	0.1498
<i>Pouteria campechiana</i>	4	0.2000	0.0400	0.3219
<i>Thrinax radiata</i>	10	0.5000	0.2500	0.3466
Sumatoria (Σ)=	20	1.0000	0.3250	1.3331

Dónde:

Riqueza específica (S)=	5
Índice de Margalef (Dmg)=	1.3352
Índice de Simpson (D)=	0.3250
Diversidad de Simpson (1-D)=	0.6750
Índice de Shannon-Wiener (H')=	1.3331
Máxima diversidad (H _{max})=	1.6094
Equidad de Pielou (J') =	0.8283
H _{max} - H' =	0.2764

El estrato arbustivo está representado por una riqueza de cinco especies, las cuales presentan una uniformidad en su distribución de 0.8283 según el índice de Equidad de Pielou (J'), este dato indica que la baja presencia de especies dominantes en este estrato, representada por el índice de Simpson, el cual expresado en términos de dominancia da

un valor de 0.6750. En cuanto al índice de Shannon-Wiener (H'), este presenta un valor cercano al de la máxima diversidad que podría alcanzar el estrato.

En la siguiente tabla se puede observar que la especie *Trinax radiata*, presenta valores altos en abundancia relativa, seguido de *Pouteria campechiana*.

Tabla IV. 34. Abundancia relativa. Estrato arbustivo. SAR (VSA/SMQ).

Nombre científico	Abundancia relativa %
<i>Trinax radiata</i>	50
<i>Pouteria campechiana</i>	20
<i>Cordia sebestena</i>	15
<i>Capparis incana</i>	10
<i>Pithecellobium keyense</i>	5
Sumatoria (Σ)=	100

- **Índice de valor de importancia**

Por su parte el índice de valor de importancia muestra cuales son las especies con mayor relevancia en este estrato, por su densidad, cobertura y frecuencia de aparición (ver siguiente tabla).

Tabla IV. 35. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbustivo. SAR (VSA/SMQ).

Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	I.V.I.
<i>Trinax radiata</i>	50.0000	20.0000	61.0902	131.0902
<i>Pouteria campechiana</i>	20.0000	20.0000	13.7218	53.7218
<i>Cordia sebestena</i>	15.0000	20.0000	12.4060	47.4060
<i>Capparis incana</i>	10.0000	20.0000	9.7744	39.7744
<i>Pithecellobium keyense</i>	5.0000	20.0000	3.0075	28.0075
Totales	100.0000	100.0000	100.0000	300.0000

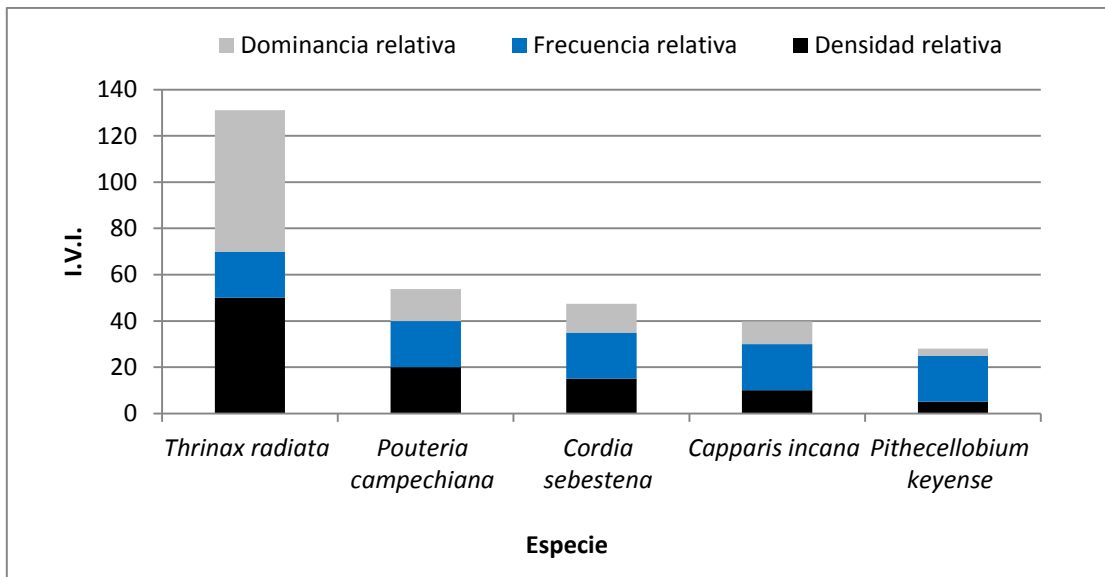


Figura IV. 108. Representación gráfica del I.V.I. Estrato arbustivo. SAR (VSA/SMQ).

Como se puede observar en la figura anterior, las especies con mayor valor de importancia en el estrato arbustivo son *Thrinax radiata* y *Pouteria campechiana*.

Estrato herbáceo

En la siguiente tabla se pueden apreciar los valores promedio de altura y cobertura de manera general para este estrato.

Tabla IV. 36. Parámetros descriptivos de la estructura general del estrato herbáceo en VSA/SMQ.

Parámetro	Altura (m)	Cobertura (m ²)
Promedio	0.35	0.1170
Máxima	0.60	0.3318
Mínima	0.20	0.0123

- **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 herbáceo.

Tabla IV. 37. Índices de Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Equidad de Pielou para el estrato herbáceo. SAR (VSA/SMQ).

NOMBRE CIENTÍFICO	ni	pi	pi ²	-pi*Ln*pi
<i>Pouteria campechiana</i>	3	0.3	0.09	0.361192
<i>Thrinax radiata</i>	7	0.7	0.49	0.249672
Sumatoria (Σ)=	10	1	0.58	0.610864

Dónde:

Riqueza específica (S)=	2
Índice de Margalef (Dmg)=	0.4343
Índice de Simpson (D)=	0.5800
Diversidad de Simpson (1-D)=	0.4200
Índice de Shannon-Wiener (H')=	0.6109
Máxima diversidad (H _{max})=	0.6931
Equidad de Pielou (J') =	0.8813
H _{max} - H' =	0.0823

El estrato herbáceo está representado por una riqueza de tres especies, los indicadores de diversidad se muestran únicamente para fines comparativos con el proyecto.

En la siguiente tabla se puede observar que *Thrinax radiata* presenta mayor abundancia en este estrato.

Tabla IV. 38. Abundancia relativa. Estrato herbáceo. SAR (VSA/SMQ).

NOMBRE CIENTÍFICO	Abundancia relativa %
<i>Thrinax radiata</i>	70
<i>Pouteria campechiana</i>	30
Sumatoria (Σ)=	100

- **Índice de valor de importancia**

En cuanto al índice de valor de importancia, de igual manera sugiere que por densidad, cobertura y distribución *Thrinax radiata* es la mejor representada (ver siguiente tabla).

Tabla IV. 39. Índice de Valor de Importancia para el estrato herbáceo. SAR (VSA/SMQ).

Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	I.V.I.
<i>Thrinax radiata</i>	70.0000	50.0000	95.3840	215.3840
<i>Pouteria campechiana</i>	30.0000	50.0000	4.6160	84.6160
Totales=	100.0000	100.0000	100.0000	300.0000

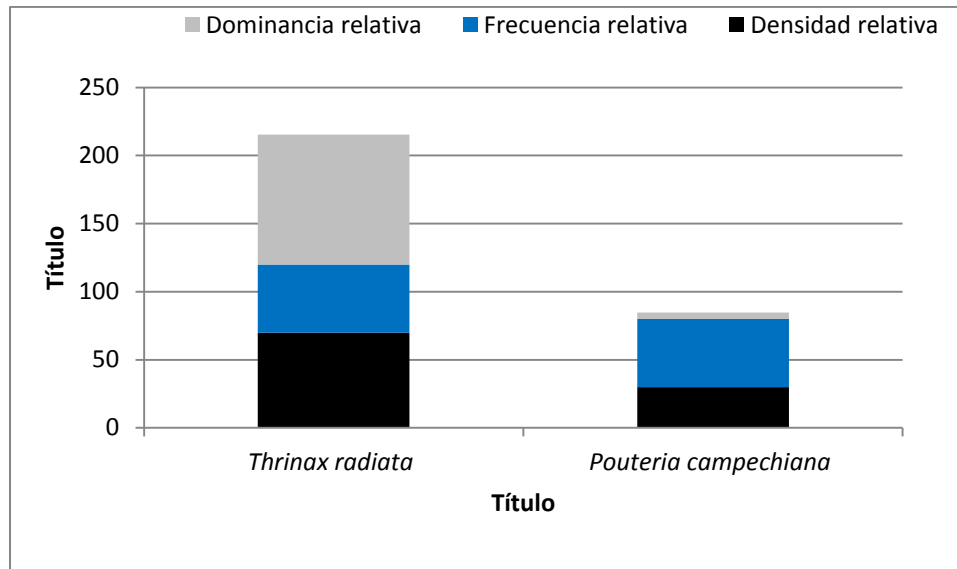


Figura IV. 109. Representación gráfica del I.V.I. Estrato herbáceo. SAR (VSA/SMQ).

En la figura anterior se puede observar el índice de valor de importancia para el estrato herbáceo, el cual está mejor representado por la especie *Thrinax radiata*.

c) Vegetación de Manglar (VM)

Este tipo de vegetación se encuentra compuesto por una clase, dos familias, tres géneros y tres especies, de las cuales una se hizo presente en el estrato arbóreo, una en el arbustivo y dos en el estrato herbáceo. En la siguiente tabla se presenta el listado de las especies que componen este tipo de vegetación.

Tabla IV. 40. Listado florístico de especies registradas en Vegetación de Manglar. Sistema ambiental regional.

Familia	Nombre científico	Nombre común	FC ¹	End ²	EC ³		
					NOM	IUCN	CITES
Clase Magnoliopsida							
COMBRETACEAE	<i>Conocarpus erectus</i> L. (1753)	Mangle botoncillo	H	E-M	A	LC	-
	<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) Gaertn.f. (1807)	mangle blanco	A		A		
RHIZOPHORACEAE	<i>Rhizophora mangle</i> L. (1753)	Mangle rojo	Ar, H	E-M	A	LC	-

1. **FC (Forma de crecimiento):** A, Arbóreo; Ar, Arbustivo; H, Herbáceo. 2. **End (Endemismo):** E, Endémica; M, México. 3. **EC (Estado de conservación):** **NOM** (NOM-059-SEMARNAT-2010): A, Amenazada; **IUCN** (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza): LC, Preocupación Menor; **CITES** (Convención 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 en este tipo de vegetación.

Estrato arbóreo

Para este tipo de vegetación en este estrato se registró solamente la especie *Laguncularia racemosa*, de la cual se contabilizaron siete ejemplares. Dada la información obtenida no es posible realizar los cálculos de los índices de diversidad que se presentan para los estratos arbustivo y arbóreo.

En la siguiente tabla se muestran los valores promedio de DAP, área basal, altura y cobertura de dosel, así como abundancia relativa obtenidos de manera general para el estrato.

Tabla IV. 41. Parámetros descriptivos de la estructura general del estrato arbóreo en MV.

Parámetro	DAP (cm)	Área basal (m ²)	Altura (m)	Cobertura (m ²)
Promedio	11.63	0.0120	6.79	0.1733
Máxima	16.70	0.0219	8.00	0.2827
Mínima	6.10	0.0030	5.50	0.0079

Estrato arbustivo

Para este tipo de vegetación en este estrato se registró solamente la especie *Rhizophora mangle*, de la cual se contabilizaron 206 ejemplares. Dada la información obtenida no es posible realizar los cálculos de los índices de diversidad que se presentan para los estratos arbustivo y arbóreo.

En la siguiente tabla se muestran los valores promedio de altura y cobertura, de manera general para el estrato.

Tabla IV. 42. Parámetros descriptivos de la estructura general del estrato arbustivo en VM.

Parámetro	DAP (cm)	Área basal (m ²)	Altura (m)	Cobertura (m ²)
Promedio	1.11	0.0001	0.30	2.3459
Máxima	2.00	0.0003	1.12	41.9112
Mínima	0.30	0.0000	0.11	0.0087

Estrato herbáceo

En la siguiente tabla se pueden apreciar los valores promedio así como máximos y mínimos de altura y cobertura de manera general para este estrato.

Tabla IV. 43. Riqueza de especies para el estrato herbáceo.

Parámetro	Altura (m)	Cobertura (m ²)
Promedio	0.45	0.4579
Máxima	0.94	0.7854
Mínima	0.15	0.0154

- **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 herbáceo.

Tabla IV. 44. Índices de Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Equidad de Pielou para el estrato herbáceo. VM

NOMBRE CIENTÍFICO	ni	pi	pi ²	-pi*Ln*pi
Conocarpus erectus L. (1753)	116	0.2843	0.0808	0.3576
Rhizophora mangle L. (1753)	292	0.7157	0.5122	0.2394
Sumatoria (Σ)=	408	1.0000	0.5930	0.5970

Dónde:

Riqueza específica (S)=	2
Índice de Margalef (Dmg)=	0.1664
Índice de Simpson (D)=	0.5930
Diversidad de Simpson (1-D)=	0.4070
Índice de Shannon-Wiener (H')=	0.5970
Máxima diversidad (H _{max})=	0.6931
Equidad de Pielou (J') =	0.8613
H _{max} - H' =	0.0962

El estrato herbáceo está representado por una riqueza de dos especies, los indicadores de diversidad se muestran únicamente para fines comparativos con el proyecto.

En la siguiente tabla se puede observar que *Rhizophora mangle* presenta mayor abundancia en este estrato.

Tabla IV. 45. Abundancia relativa. Estrato herbáceo. SAR (VM)

NOMBRE CIENTÍFICO	Abundancia relativa %
<i>Rhizophora mangle</i> L. (1753)	71.57
<i>Conocarpus erectus</i> L. (1753)	28.43
Sumatoria (Σ)=	100.00

- **Índice de valor de importancia**

En cuanto al índice de valor de importancia, de igual manera sugiere que por densidad, cobertura y distribución *Rhizophora mangle* es la mejor representada.

Tabla IV. 46. Índice de Valor de Importancia para el estrato herbáceo. SAR (VM).

Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	I.V.I.
<i>Rhizophora mangle</i>	71.5686	50.0000	90.1251	211.6937
<i>Conocarpus erectus</i>	28.4314	50.0000	9.8749	88.3063
Totales=	100.0000	100.0000	100.0000	300.0000

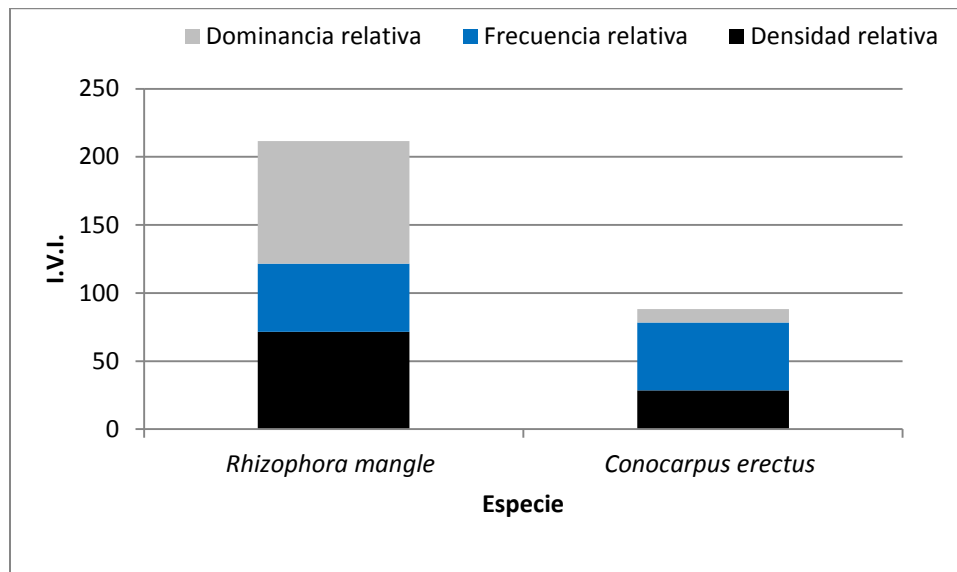


Tabla IV. 47. Representación gráfica del I.V.I. Estrato herbáceo. SAR (VM).

En la figura anterior se puede observar el índice de valor de importancia para el estrato herbáceo, el cual está mejor representado por la especie *Rhizophora mangle*.

IV.5.2.7. Vegetación en el polígono del proyecto

Para la ubicación de los sitios dentro del polígono del proyecto (como se mencionó previamente, uno de los polígonos del proyecto ya se encuentra modificado por la infraestructura existente por lo que carece de vegetación, ver cap. II e inicio del cap. IV), se recurrió al uso de la herramienta “Creación de puntos aleatorios” en el software de información geográfica Arc Map 10.2. La ubicación de los sitios de muestreo dentro del predio, se muestran en la siguiente figura.

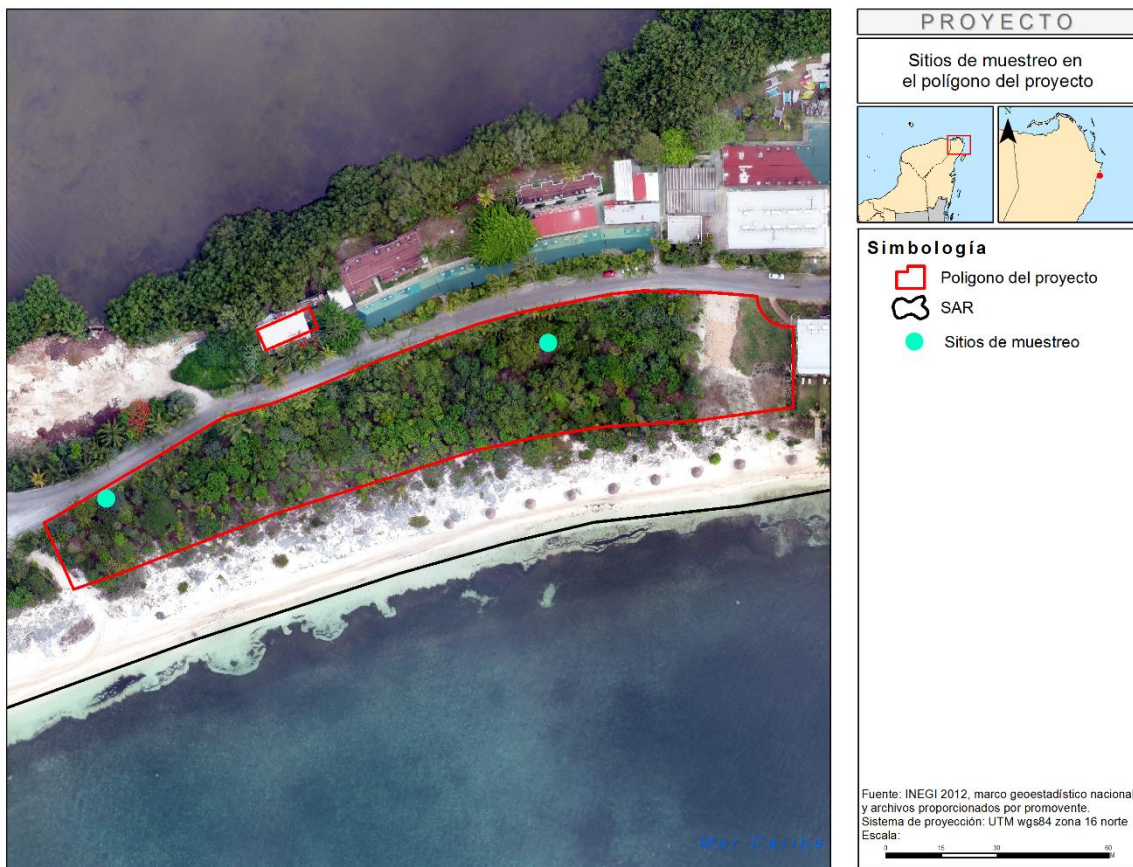


Figura IV. 110. Ubicación de los sitios de muestreo dentro del proyecto.

Las coordenadas UTM (Datum-WGS-84 Zona 16Q) de los sitios de muestreo se muestran en la siguiente tabla.

Tabla IV. 48. Coordenadas centrales al inicio de los sitios de muestreo de flora silvestre en el proyecto.

ID	Clave del sitio	Coordenadas UTM (16Q)		Tipo de vegetación
		X	Y	
1	P1	522569	2325751	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia
2	P2	522450	2325709	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia

*Tipo de vegetación: durante el diseño de muestreo se dirigieron los sitios hacia Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia.

a) Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia

Como resultado de la evaluación de la vegetación dentro del predio del proyecto, se obtuvo un mapa con la adecuada delimitación de los usos de suelo y tipos de vegetación, donde es posible observar el tipo de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.

A un costado del predio del proyecto se ubica una vialidad que da acceso al resto de las instalaciones del Complejo Turístico Club Med (ya referido en el cap. II), esta vialidad divide el área del proyecto en dos polígonos. El polígono A, se encuentra colindante a la playa y es el que contiene la superficie con vegetación. La vegetación registrada fue vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. El otro polígono, denominado B, tiene una menor superficie y en éste hay infraestructura, por lo que carece de vegetación, y presenta a su alrededor una considerable superficie ocupada por edificaciones, se encuentra a 30 m de la Laguna de Nichupté.

Dentro de todo el polígono en general se tienen otros tipos de vegetación que se encuentran bordeando el predio, esta es vegetación ornamental, ver siguiente figura.

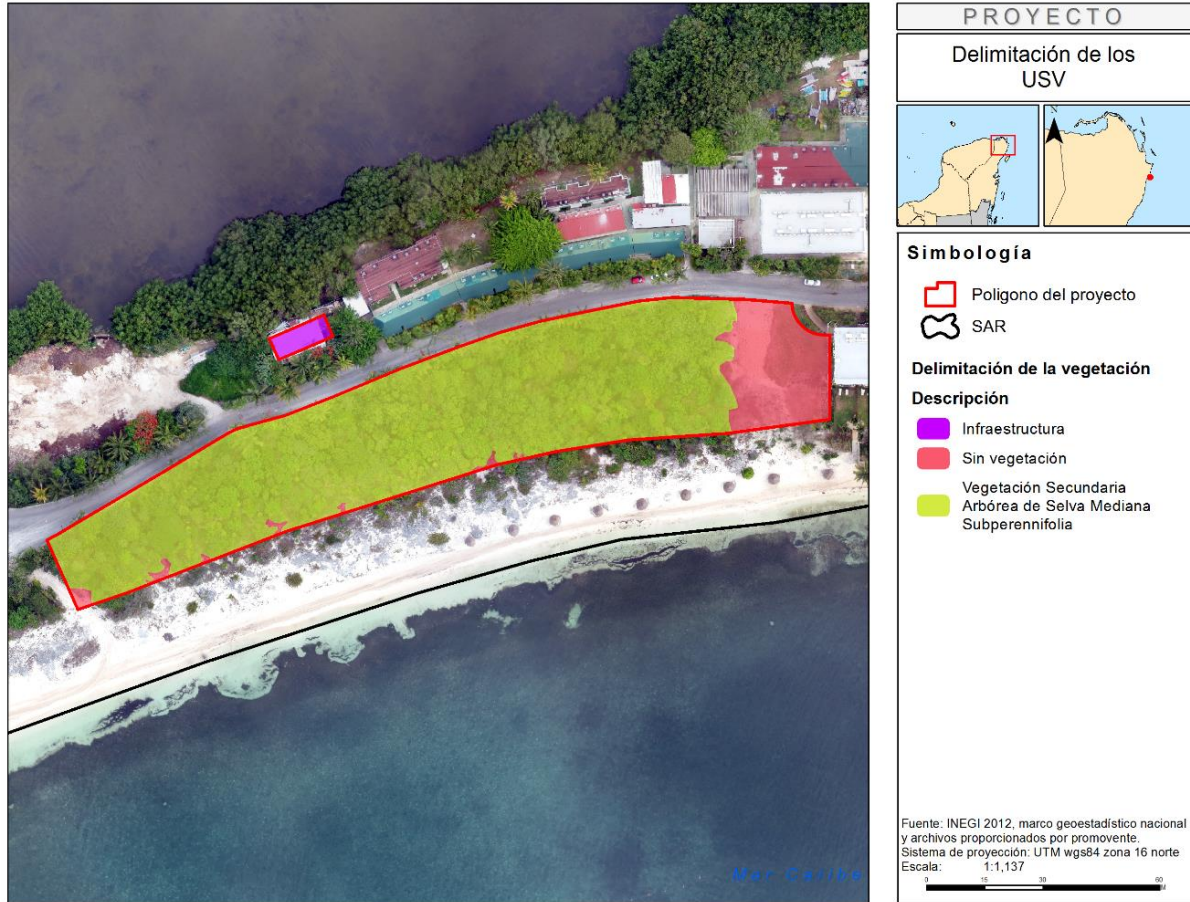


Figura IV. 111. Tipos de vegetación con distribución en el polígono del Proyecto.

Para determinar indicadores de diversidad en el polígono del proyecto con vegetación, se evaluaron dos sitios de muestreo (antes mencionados).

Derivado de los muestreos realizados al interior del polígono, se obtuvo la siguiente tabla, en la que se presenta un listado general de las especies encontradas, y posteriormente se analizarán por separado.

Tabla IV. 49. Listado de especies de flora registrados dentro del polígono del proyecto.

Familia	Nombre científico	Nombre común/de campo	FC ¹	TV ³	EC ³		
					NOM	IUCN	CITES
Clase Liliopsida							
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830)	Palma chit	A, Ar, H	VSA/SMQ	A	-	-
Clase Magnoliopsida							
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb. (1908)	Chechem	A	VSA/SMQ	-	-	-
Apocynaceae	<i>Thevetia ahouai</i> (L.) A. DC. (1844)	Thevetia	A	VSA/SMQ	-	-	-
Boraginaceae	<i>Cordia sebestena</i> L. (1753)	Siricote	A	VSA/SMQ	-	-	-
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg. (1890)	Chaká, palo mulato	A	VSA/SMQ	-	-	-
Fabaceae	<i>Pithecellobium keyense</i> Britton (1928)	Ya'ax k'aax	Ar	VSA/SMQ	-	-	-
	sp. 2		A, Ar	VSA/SMQ	-	-	-

1. FC (Forma de crecimiento): A, Arbóreo; Ar, Arbustivo; H, Herbáceo; R, Regeneración. **2. Tipo de Vegetación:** VMC, Vegetación de matorral costero; VSA/SMQ, Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia; VM, Vegetación de Manglar. **End (Endemismo)** E, Endémica; M, México; NE, No Endémica. **3. EC (Estado de conservación):** **NOM** (NOM-059-SEMARNAT-2010): A, Amenazada; S/C, Sin Categoría. **IUCN** (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza): LC, Preocupación Menor; **CITES** (Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora).

De acuerdo con el listado anterior, la vegetación en el predio del proyecto está compuesta por dos clases, seis familias y seis géneros determinados, así como de siete especies diferentes (de las cuales, una no fue determinada debido a la ausencia de estructuras botánicas que permitieran su identificación).

Estrato arbóreo

En la siguiente tabla se muestran los valores promedio de DAP, área basal, altura y cobertura de dosel, así como abundancia relativa obtenidos de manera general para el estrato.

Tabla IV. 50. Parámetros descriptivos de la estructura general del estrato arbóreo en VSA/SMQ.

Parámetro	DAP (cm)	Área basal (m ²)	Altura (m)	Cobertura (m ²)
Promedio	12.09	0.0124	3.97	7.8787
Máxima	25.34	0.0504	9.50	28.2743
Mínima	6.37	0.0032	2.00	1.2768

- **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 arbóreo.

Tabla IV. 51. Índices de Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Equidad de Pielou para el estrato arbóreo. En el polígono del proyecto con vegetación(VSA/SMQ).

Nombre científico	ni	pi	pi ²	-pi*Ln*pi	Abundancia relativa %
<i>Bursera simaruba</i>	1	0.0189	0.0004	0.0749	1.89
<i>Cordia sebestena</i>	9	0.1698	0.0288	0.3011	16.98
<i>Metopium brownei</i>	1	0.0189	0.0004	0.0749	1.89
<i>sp. 2</i>	6	0.1132	0.0128	0.2466	11.32
<i>Thevetia ahouai</i>	3	0.0566	0.0032	0.1625	5.66
<i>Thrinax radiata</i>	33	0.6226	0.3877	0.2950	62.26
Sumatoria (Σ)=	53	1.0000	0.4333	1.1551	100

Dónde:

Riqueza específica (S)=	6
Índice de Margalef (Dmg)=	1.2594
Índice de Simpson (D)=	0.4333
Diversidad de Simpson (1-D)=	0.5667
Índice de Shannon-Wiener (H')=	1.1551
Máxima diversidad (H _{max})=	1.7918
Equidad de Pielou (J') =	0.6447
H _{max} - H' =	0.6367

El estrato arbóreo está representado por una riqueza de seis especies, las cuales presentan uniformidad en su distribución de 0.6447 según el índice de Equidad de Pielou (J'), este dato indica que existe poca presencia de especies dominantes en este estrato, lo cual se puede corroborar con el índice de Simpson. En cuanto al índice de Shannon-Wiener (H'), este presenta un valor bajo comparado con el de la máxima diversidad que podría alcanzar el estrato representada por 1.1551.

En la siguiente tabla se puede observar que las especies *Thrinax radiata* y *Cordia sebestena*, en orden de mayor a menor presentan valores más altos en abundancia relativa.

Tabla IV. 52. Abundancia relativa. Estrato arbóreo (VSA/SMQ).

Nombre científico	Abundancia relativa %
<i>Thrinax radiata</i>	62.26
<i>Cordia sebestena</i>	16.98
<i>sp. 2</i>	11.32
<i>Thevetia ahouai</i>	5.66
<i>Bursera simaruba</i>	1.89
<i>Metopium brownei</i>	1.89
Sumatoria (Σ)=	100

- **Índice de valor de importancia**

Por su parte el índice de valor de importancia muestra cuales son las especies con mayor relevancia en este estrato, por su densidad, dominancia y frecuencia de aparición

Índice de Valor de Importancia con Dominancia=área basal

En la siguiente tabla se muestra el índice de valor de importancia tomando en cuenta el área basal para el parámetro de dominancia:

Tabla IV. 53. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbóreo (VSA/SMQ) con dominancia=área basal.

Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	I.V.I.
<i>Thrinax radiata</i>	62.2642	22.2222	63.3048	147.7912
<i>Cordia sebestena</i>	16.9811	22.2222	21.1902	60.3936
<i>sp. 2</i>	11.3208	22.2222	8.7545	42.2975
<i>Thevetia ahouai</i>	5.6604	11.1111	3.4452	20.2167
<i>Metopium brownei</i>	1.8868	11.1111	2.1632	15.1611
<i>Bursera simaruba</i>	1.8868	11.1111	1.1421	14.1400
Totales	100	100	100	300

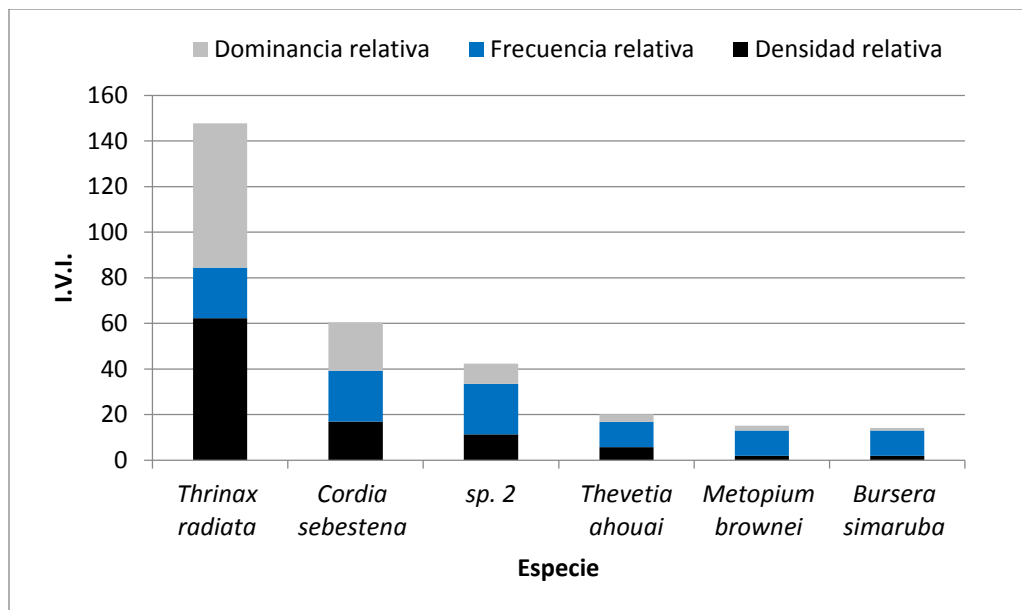


Figura IV. 112. Representación gráfica del I.V.I. Estrato arbóreo (VSA/SMQ).

Como se puede observar, las especies con mayor valor de importancia en el estrato arbóreo (con dominancia=área basal) son *Thrinax radiata* y *Cordia sebestena*.

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. 54. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbóreo (VSA/SMQ) con dominancia=cobertura.

Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	I.V.I.
<i>Thrinax radiata</i>	62.2642	22.2222	55.0458	139.5322
<i>Cordia sebestena</i>	16.9811	22.2222	21.4724	60.6757
<i>sp. 2</i>	11.3208	22.2222	13.8176	47.3606
<i>Thevetia ahouai</i>	5.6604	11.1111	6.4391	23.2105
<i>Bursera simaruba</i>	1.8868	11.1111	1.8340	14.8319
<i>Metopium brownei</i>	1.8868	11.1111	1.3912	14.3891
Total=	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 importancia conservan su orden, mientras que las de valores menores cambian.

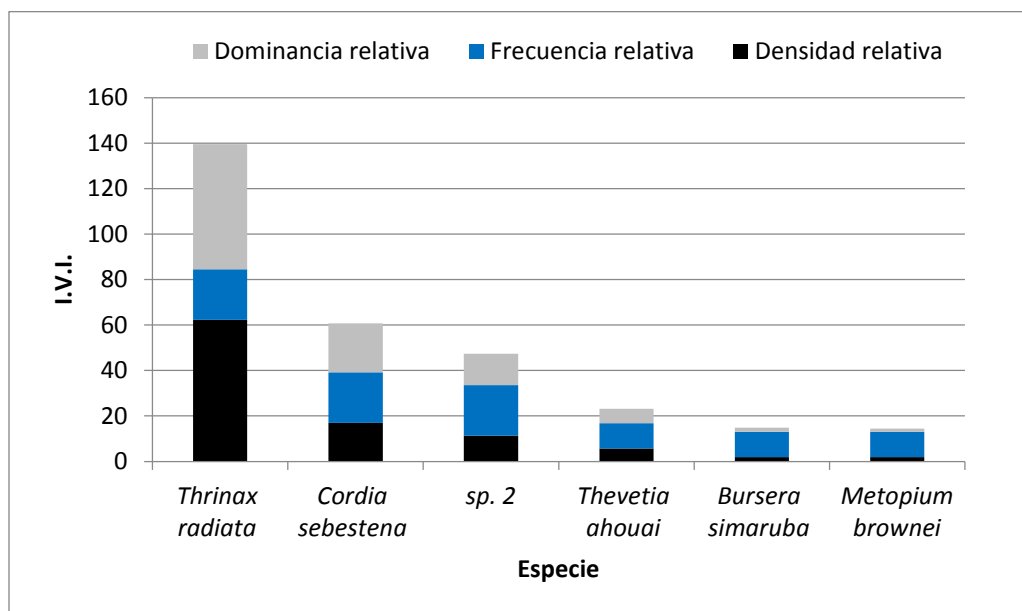


Figura IV. 113. Representación gráfica del I.V.I. Estrato arbóreo. Proyecto (VSA/SMQ).

En las dos figuras anteriores se puede observar que la especie que presenta un mayor índice de valor de importancia es *Thrinax radiata* con una amplia dominancia y densidad.

Estrato arbustivo

En la siguiente tabla se muestran los valores promedio de altura y cobertura, de manera general para el estrato.

Tabla IV. 55. Parámetros descriptivos de la estructura general del estrato arbustivo en VSA/SMQ

Parámetro	DAP (cm)	Área basal (m2)	Altura (m)	Cobertura (m2)
Promedio	6.64	0.0043	1.64	2.2841
Máxima	16.00	0.0201	2.80	7.6699
Mínima	2.00	0.0003	0.94	0.1452

- **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. 56. Índices de Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Equidad de Pielou para el estrato arbustivo (VSA/SMQ).

Nombre científico	ni	pi	pi ²	-pi*Ln*pi	Abundancia relativa %
<i>Cordia sebestena</i>	1	0.0101	0.0001	0.0464	1.01
<i>Pithecellobium keyense</i>	3	0.0303	0.0009	0.1060	3.03
<i>sp. 2</i>	7	0.0707	0.0050	0.1873	7.07
<i>Thrinax radiata</i>	88	0.8889	0.7901	0.1047	88.89
Sumatoria (Σ)=	99	1.0000	0.7961	0.4444	100.00

Dónde:

Riqueza específica (S)=	4
Índice de Margalef (Dmg)=	0.6529
Índice de Simpson (D)=	0.7961
Diversidad de Simpson (1-D)=	0.2039
Índice de Shannon-Wiener (H')=	0.4444
Máxima diversidad (H _{max})=	1.3863
Equidad de Pielou (J') =	0.3206
H _{max} - H' =	0.9419

El estrato arbustivo está representado por una riqueza de cuatro especies, las cuales presentan una uniformidad en su distribución de 0.3206 según el índice de Equidad de Pielou (J'), este dato indica que hay presencia de especies dominantes en este estrato representada por el índice de Simpson, el cual expresado en términos de dominancia da un valor de 0.7961. En cuanto al índice de Shannon-Wiener (H'), este presenta un valor

lejano al de la máxima diversidad que podría alcanzar el estrato. En general presenta una baja diversidad, con dominancia de una especie.

En la siguiente tabla se puede observar que la especie *Thrinax radiata* presenta el más alto valor en abundancia relativa.

Tabla IV. 57. Abundancia relativa. Estrato arbustivo (VSA/SMQ).

Nombre científico	Abundancia relativa %
<i>Thrinax radiata</i>	88.89
sp. 2	7.07
<i>Pithecellobium keyense</i>	3.03
<i>Cordia sebestena</i>	1.01
Sumatoria (Σ)=	100.00

- **Índice de valor de importancia**

En cuanto al índice de valor de importancia, *Thrinax radiata* es la mejor representada, tanto Densidad como en frecuencia y Dominancia (ver siguiente tabla y figura).

Tabla IV. 58. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbustivo. Proyecto (VSA/SMQ). Dominancia=AB

Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	I.V.I.
<i>Thrinax radiata</i>	88.8889	33.3333	92.5881	214.8103
sp. 2	7.0707	33.3333	1.9496	42.3537
<i>Cordia sebestena</i>	1.0101	16.6667	5.1761	22.8528
<i>Pithecellobium keyense</i>	3.0303	16.6667	0.2862	19.9832
TOTALES=	100	100	100	300

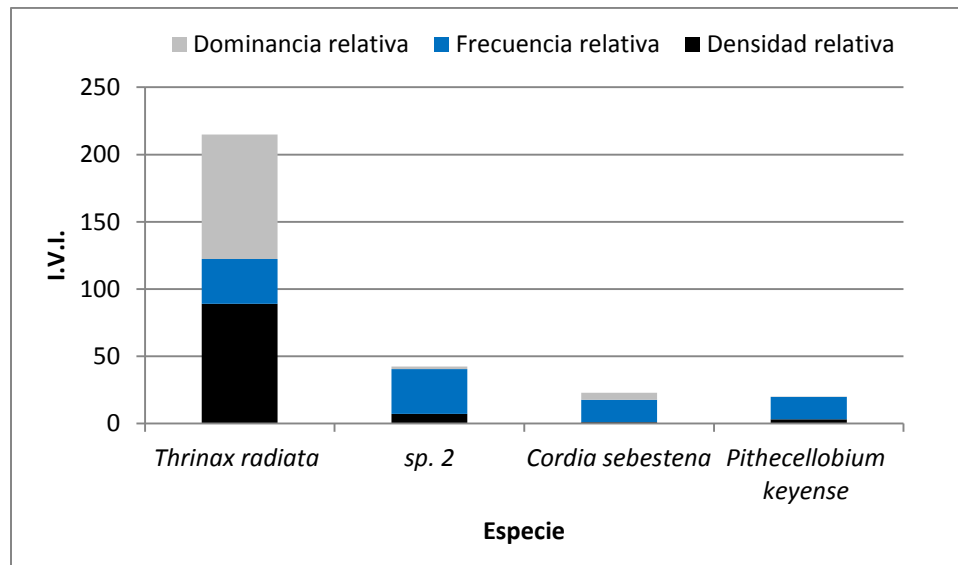


Figura IV. 114. Representación gráfica del I.V.I. Estrato arbustivo. Polígono del proyecto con vegetación (VSA/SMQ) Dominancia=AB.

Estrato herbáceo

Para este tipo de vegetación en este estrato se registró solamente a la especie *Thrinax radiata*, de la cual se contabilizaron cinco ejemplares. Dada la información obtenida no es posible realizar los cálculos de los índices de diversidad que se presentan para este estrato.

Tabla IV. 59. Parámetros descriptivos de la estructura general del estrato herbáceo en VSA/SMQ.

Parámetro	Altura (m)	Cobertura (m ²)
Promedio	0.34	0.0984
Máxima	0.40	0.1353
Mínima	0.27	0.0616

IV.5.2.8. Especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el polígono del proyecto

La caracterización de vegetación realizada dentro del polígono del proyecto con vegetación generó importantes resultados, relacionados principalmente con la identificación de especies de gran importancia para la conservación. Tomando como referencia la NOM-059-SEMARNAT-2010 se elaboró este apartado y se generó la siguiente tabla, en la cual se muestra que únicamente para el polígono del proyecto se registró como especie en riesgo a *Thrinax radiata*, la cual se encuentra e categoría de Amenazada (A).

Tabla IV. 60. Especie en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro del polígono del proyecto.

Familia	Nombre científico	Nombre común	FC ¹	End ²	EC ³		
					NOM	IUCN	CITES
Clase Liliopsida							
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830)	Palma chit	A, Ar, H	-	A	-	-

1. FC (Forma de crecimiento): A, Arbóreo; Ar, Arbustivo; H, Herbáceo; R, Regeneración. **2. End (Endemismo)** E, Endémica; M, México; NE, No Endémica. **3. EC (Estado de conservación):** **NOM** (NOM-059-SEMARNAT-2010): A, Amenazada. **IUCN** (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza); **CITES** (Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora).

El caso de la palma chiit, tiene importancia debido a que, como otras especies de palmas, su aprovechamiento es realizado de una forma muy intensa por la ausencia de planes de manejo y conservación, por lo que las poblaciones silvestres de esta palma (entre otras) se vieron afectadas por dichas actividades, por lo que resulta de gran importancia plantear estrategias que permitan asegurar el cuidado de los individuos de esta especie, de tal manera que no se ve afectada la supervivencia en las zonas de su distribución natural.

Debido a esto en el capítulo VII de este DTU se detallaran las estrategias y acciones para el rescate y trasplante de la flora independientemente de estar listadas o no en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como medida de mitigación hacia la flora en el polígono del proyecto.

IV.5.2.9. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso de suelo propuesto

Los servicios ambientales son todo aquel conjunto de condiciones y procesos ecológicos (incluidas las especies y los genes) que la sociedad puede utilizar y que ofrecen las áreas naturales por su sola existencia.

Los procesos ecológicos de los ecosistemas naturales suministran a la humanidad una gran e importante gama de servicios gratuitos de los que dependemos. Estos incluyen: mantenimiento de la calidad de la atmósfera (la cual ayuda a regular el clima); mejoramiento de la calidad del agua; control de los ciclos hidrológicos, incluyendo la reducción de la probabilidad de serias inundaciones y sequías; protección de las zonas costeras por la generación y conservación de los sistemas de arrecifes de coral y dunas de arena; generación y conservación de suelos fértiles; control de parásitos de cultivos y de vectores de enfermedades; polinización de muchos cultivos; disposición directa de alimentos provenientes de medios ambientes acuáticos y terrestres; así como el mantenimiento de una vasta diversidad genética de la que se ha extraído las bases de la sociedad moderna en la forma de cosechas, animales domesticados, medicinas y productos industriales. En el pasado se consideraban inagotables dichos servicios, actualmente es claro que es necesario conservar los ecosistemas (CONABIO, 2015).

El Artículo 7 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), señala en su fracción XXXIX como servicios ambientales lo siguiente: *Los que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, tales como: la provisión del agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación climática; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación, entre otros* (SEMARNAT, 2015).

En este punto es importante reiterar que el proyecto se encuentra dentro de la cuenca hidrológica 32A “Quintana Roo”, que el SAR tiene una superficie de 77.654 ha, y que el proyecto ocupa una superficie de 0.629285 ha (polígonos A y B referidos en el cap. II) lo que representa el 0.81% de la superficie del SAR. En la siguiente figura se muestran los polígonos del proyecto y del SAR.



Figura IV. 115. Ubicación del Sistema Ambiental Regional del proyecto.

Dentro del SAR se ubican diferentes tipos de vegetación, la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia es la más abundante, a pesar de presentar áreas en donde se puede apreciar vegetación secundaria arbustiva de manglar. Los tipos de vegetación se muestran con mayor detalle en la siguiente tabla.

Tabla IV. 61. Superficies por uso de suelo y tipos de vegetación dentro del SAR.

Tipo de vegetación	Superficie	
	Ha	Porcentaje %
Vegetación de manglar	6.83	8.80
Vegetación secundaria arbustiva de manglar	4.89	6.30
Otra vegetación	3.81	4.91
Cuerpos de agua	29.22	37.63
Sin vegetación	6.99	9.00
Desarrollo antrópico	25.10	33.63
Total	77.65	100

Se muestra solo la superficie que cuenta con cobertura vegetal; el resto de la superficie corresponde a asentamientos humanos y zonas urbanas.

Por esta diversidad, los servicios ambientales que presta el SAR son importantes y diversos. Con los elementos descritos se dará contexto a los servicios ambientales del área del proyecto, no obstante, el tema de los servicios ambientales aún se encuentra poco desarrollado y para algunos de los aspectos no existe una forma clara de cuantificarlos.

a) Secuestro de carbono

Se estima que México emite alrededor de 3.70 toneladas de CO₂ por habitante, cifra que se encuentra 4.02 toneladas por debajo del promedio mundial (Carabias y Tudela, 2000). Alrededor de dos tercios de este volumen corresponden a los diversos procesos de combustión en los sectores energético, industrial, de transporte y de servicios. El resto, cerca de un tercio, se origina en los procesos de deforestación, cambio de uso de suelo y quema de leña. Masera et al. (1997), estiman que alrededor de 20 millones de personas usan la leña en este país como principal energético, de aquí que todavía la quema de leña para uso doméstico siga siendo un elemento importante en la producción de CO₂. Masera (1995) considera que el sector forestal aporta casi el 40% de las emisiones totales de CO₂ y que el sector de generación de energía tiene la contribución más importante. De aquí que

mientras en México no se desarrollen fuentes alternas de energía (energía eléctrica) no se mejorará el balance de carbono.

Los bosques y selvas capturan, almacenan y liberan carbono como resultado de los procesos fotosintéticos, de respiración y de degradación de materia seca. El saldo es una captura neta positiva cuyo monto depende del manejo que se le dé a la cobertura vegetal, así como de la edad, distribución de tamaños, estructura y composición de ésta. Este servicio ambiental que proveen bosques o selvas como secuestradores de carbono (sumideros) permite equilibrar la concentración de este elemento, misma que se ve incrementada debido a las emisiones producto de la actividad humana (Torres y Guevara, 2002).

El concepto de captura de carbono normalmente integra la idea de conservar los inventarios de este elemento que se encuentran en suelos, bosques y otros tipos de vegetación y donde es inminente su desaparición, así como el incremento de los sumideros de carbono (aditividad) a través del establecimiento de plantaciones, sistemas agroforestales, y la rehabilitación de bosques degradados (Tipper, 2000).

De acuerdo a datos tomados del Instituto Nacional de Ecología, la entidad tiene una estimación potencial de captura de carbono de 1,858,724 miles de toneladas de CO₂ por año. Los bosques de manglar tienen una capacidad elevada para la captura del carbono, mediante la producción de raíz y la producción de madera. Además, estudios recientes indican que la captura de carbono por parte de los manglares puede ser más rápida que en los bosques continentales. Otros estudios estiman que los bosques de manglar podrían ser responsables de la captura de hasta un 11% del total de carbono terrestre que entra en los océanos.

De acuerdo con Ordoñez. (2004) y Macera *et al.* (2001), la captación de carbono de los manglares es de 282 t-C al año por hectárea. En la siguiente tabla se muestra la estimación de la captura de carbono para el SAR.

Tabla IV. 62. Estimación potencial de secuestro de carbono en el SAR.

Tipo de vegetación	Superficie (ha)	Potencial de captura de Carbono (tC/ha)	Potencial de secuestro de carbono (t C)	% con respecto al total de la entidad
Vegetación de manglar	6.83	282	1926.57	0.035
Vegetación secundaria arbustiva de manglar	4.89	282	1380.24	0.15
Otra vegetación	3.81	164.8	627.95	0.0013
Cuerpos de agua	29.22	No disponible	-	-
Total	44.76	-	3934.76	0.1863

Para el caso del predio, el cual cuenta en su mayor parte con vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, se realizó la estimación total de captura de carbono dadas las condiciones actuales tomando en consideración una superficie total con vegetación de 0.537413, 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. 63. Estimación potencial de secuestro de carbono en la superficie sometida a cambio de uso de suelo 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
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	164.8	0.537413	88.56	0.00022
Total	-	0.537413	88.56	0.000.22

Para estimar el costo de la captura de carbono en el polígono del proyecto, se consideró el potencial de captura (t C/ha) al año, para el tipo de vegetación predominante que es vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.

Posteriormente, se consideraron los costos por captura (t C/ha), según el mercado internacional. De acuerdo con el Sistema Electrónico de Negociación de Derechos de Emisión de Dióxido de Carbono (SENDECO₂, 2016), la media del precio por tonelada de carbono se encuentra estimado a la fecha en 5.93 €.

Con estos elementos se estimó el valor económico de la captura de carbono como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla IV. 64. Valoración económica de la captura de carbono en el polígono del proyecto.

Potencial de captura por hectárea (t/ha)	Superficie con vegetación (ha)	Valor de la tonelada ¹ (€)	Tipo de cambio ² (€)	Total pesos (\$)
164.8	0.6292	5.93	20.7516*	10,898.623

1=<http://www.sendeco2.es>; 2=Banxico, al 03 de junio de 2016

b) Captura de agua

La captura de agua o desempeño hidráulico es el servicio ambiental que producen las áreas arboladas al impedir el rápido escurrimiento del agua de lluvia precipitada, propiciando la infiltración que alimenta los mantos acuíferos y la prolongación del ciclo del agua.

La producción eficiente de este servicio tiene efectos no solo en la mejora de la disponibilidad de agua, sino que además prolonga la vida útil de las obras de infraestructura, conserva suelos y ayuda a mitigar los riesgos de desastres por inundaciones y derrumbes.

El agua de escurrimiento representa un porcentaje bajo del total de la precipitación. Este monto no se puede considerar como parte del servicio ambiental, dado que es el volumen que no puede capturar el bosque. Por su parte, el agua infiltrada o percolada corresponde a la cantidad de agua que en realidad está capturando el bosque y que representa la oferta de agua producida por éste.

En la entidad se presentan grandes volúmenes de agua que se infiltra debido a la naturaleza kárstica de la península de Yucatán, en la siguiente tabla se muestran los totales estimados de volúmenes de infiltración hacia los acuíferos.

Tabla IV. 65. Estimación del potencial de infiltración para el tipo de vegetación compartida entre la SAR y el predio del proyecto.

Tipo de vegetación	Superficie (ha)	Potencial de captura (miles de m ³ /ha)	Estimación del potencial de infiltración (miles de m ³)	% con respecto al potencial de captura estatal
Vegetación secundaria de selva mediana subperenifolia	147.05	1.446	212.6343	0.00003989

Para el caso del SAR en la siguiente tabla se muestra la estimación de captura de agua para la superficie con el mismo tipo de vegetación, que la que se presenta en el predio con el fin de establecer un comparativo entre el servicio prestado por este tipo de vegetación a nivel de SAR y de predio.

Tabla IV. 66. Estimación del potencial de captura de agua en regiones forestales del estado de Quintana Roo.

Entidad	Total /entidad (millones de m ³)			Volumen / ha (miles de m ³)		
	Bosques	Selvas	Total	Bosques	Selvas	Media ponderada
Quintana Roo	0	5330.461	5330.461	0	1.446	1.446

Fuente: Instituto de Ecología.

En la siguiente tabla se muestra el volumen de escurrimiento anual, dentro del polígono del Proyecto.

Tabla IV. 67. Resultado del cálculo del volumen de escurrimiento.

TIPO	P(m)	Ce	At m2	Ve (m ³)
Promedio mensual	0.11320833	0.05555	5,374.13	33.79666799
Promedio anual	1.3585	0.21744	5,374.13	1587.464131

El potencial de infiltración de agua de un área arbolada depende de un gran número de factores como: la cantidad y distribución de la precipitación, el tipo de suelo, las características del mantillo, el tipo de vegetación y la geomorfología del área, entre otros.

El volumen de infiltración en el proyecto dadas las condiciones naturales establecidas y con los datos disponibles del año 2014 es de -10607.04286 m^3 anuales, el volumen de pérdidas por evapotranspiración supera el volumen de captación de agua por precipitación, sumando además a este efecto el volumen de escurrimiento. En la siguiente tabla se observan los resultados de la estimación en m^3 dadas las condiciones actuales del predio.

Tabla IV. 68. Resultado del cálculo del volumen de infiltración.

	P	ETR	Ve	Infiltración m3
m^3 totales mensuales	608.3963	855.464539	-2.912824	-244.1554145
m^3 totales anuales	7300.75561	10265.5745	283.251066	-3248.069928

c) Protección de la biodiversidad, de ecosistemas y formas de vida.

Todas las sociedades dependen directa o indirectamente de la biodiversidad y de los recursos biológicos, cuyo valor es predominantemente intrínseco. La ausencia de un valor aparente, sumada a la inexistente o deficiente regulación de los derechos de propiedad, suele traducirse en la sobreexplotación y el uso indiscriminado de la biodiversidad y de numerosos recursos biológicos.

Se puede reconocer que los ecosistemas encontrados dentro del SAR, al que pertenece el proyecto, brindan los siguientes beneficios producto de la diversidad de flora y fauna.

- Captación de agua.
- Purificación del aire y el agua.
- Capacidad de adaptación de los ecosistemas al cambio (resiliencia).
- Destoxificación y descomposición de los desechos.
- Moderación de las inundaciones, sequías, temperaturas extremas y fuerza del viento.
- Generación y renovación de la fertilidad del suelo, incluido el ciclo de los nutrientes.

- Polinización de las plantas, incluidos muchos cultivos.
- Control de las plagas y enfermedades.
- Mantenimiento de los recursos genéticos como contribución fundamental para las variedades de cultivos y razas de animales, los medicamentos y otros productos usados por el hombre.
- Beneficios culturales y estéticos.
- Suministro de madera, combustible y fibra
- Suministro de vivienda y materiales de construcción.

No obstante la alta perturbación de la zona hace que se vean aminorados.

En las áreas con vegetación que se verán afectadas con la construcción del proyecto se encontraron 3 especies incluidas en los listados de la NOM-059-SEMARNAT-2010, todas bajo la categoría de amenazadas (A); las cuales se muestran en la siguiente tabla.

Tabla IV. 69. Especies reportadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, dentro del predio del proyecto.

Clase	Familia	Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010.
Liliopsida	Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	A amenazada
Reptilia	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	A amenazada
Reptilia	Colubridae	<i>Leptophis mexicanus</i>	A amenazada

Previo a la ejecución de las actividades de desmonte y despalme, serán implementados Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestre, con particular énfasis en las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y con ello evitar la pérdida de ejemplares.

Por lo anterior, la ejecución del proyecto, no interferirá en la calidad de la biodiversidad natural de la región y no se encuentra dentro de algún Área Natural Protegida registrada en el SINANP (Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 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.

d) Protección y recuperación de suelos

El suelo, al formar parte de los ecosistemas, contribuye de manera sustancial a la provisión de servicios ambientales indispensables para el sustento de la humanidad. Los servicios de soporte que se obtienen del suelo se relacionan en gran parte con su propia heterogeneidad. Los agregados proveen una gran variedad de microambientes para las bacterias, protozoarios, artrópodos y nematodos que están involucrados en el reciclaje de la materia orgánica y en la continuidad de los principales ciclos biogeoquímicos. En el suelo se fija el nitrógeno atmosférico utilizado por las plantas y también es uno de los principales reservorios de carbono en los ecosistemas terrestres. Los suelos contienen mucho más carbono que el que se encuentra contenido en la vegetación y dos veces más que el que se encuentra en la atmósfera (FAO, 2004). Este “secuestro” de carbono en el suelo reduce su liberación a la atmósfera como CO₂, uno de los principales gases de efecto invernadero.

Dentro de los servicios de regulación está la capacidad de amortiguamiento al filtrar, desactivar o retener compuestos potencialmente tóxicos que pudieran llegar a las aguas subterráneas o afectar las redes tróficas de los ecosistemas terrestres y acuáticos. En el suelo se pueden degradar o desactivar estos compuestos a través de la actividad microbiana y las interacciones químicas entre las partículas de arcilla y materia orgánica. También interviene en la regulación climática por la capacidad de infiltración y evaporación de agua y por la absorción de la radiación solar de onda corta, así como su posterior reemisión en forma de onda larga o por corrientes de convección, que producen el calentamiento de la atmósfera.

Los servicios de provisión que se obtienen del suelo son la producción de biomasa vegetal (alimentos) para el consumo humano y animal o para la producción de textiles; genes o información genética utilizados en el desarrollo biotecnológico, en el control de los patógenos o para promover el crecimiento vegetal. Además, en el suelo se encuentran materiales de construcción como arenas, gravas y arcillas, y otros materiales como piedras y metales preciosos.

Finalmente, dentro de los servicios ambientales de orden cultural que se obtienen del suelo, está el servir de sostén físico de la infraestructura terrestre utilizada o construida por las sociedades humanas, como son las estructuras de uso industrial, doméstico, recreación y demás actividades socioeconómicas. También el suelo representa el sitio de resguardo de vestigios antropológicos y arqueológicos que permiten la reconstrucción y preservación de la historia de la humanidad.

Las selvas son importantes productoras de suelo, es decir, a través del proceso de interacción y desarrollo de especies se generan desechos (hojas, ramas, animales muertos, frutos), que al caer al suelo ser transformados por bacterias forman el suelo.

La erosión es otro de los factores importantes a considerar en la construcción de este Proyecto, a pesar de que la remoción de la vegetación sea puntual, puede presentarse el incremento del escurrimiento superficial y con ello la erosión laminar.

En la siguiente tabla se muestra la estimación de pérdida de suelo promedio anual, sin proyecto, con proyecto sin aplicar medidas de mitigación, y finalmente la estimación de pérdida de suelo promedio anual aplicando las medidas de mitigación para la realización del proyecto.

Tabla IV. 70. Estimación de la pérdida de suelo promedio anual bajo distintos escenarios.

Estado de la superficie	Estimación de pérdida de suelo promedio anual (ton/ha·año)
Sin desarrollo del proyecto	2.63838196
Con desarrollo del proyecto sin medidas de mitigación.	40.59049
Con desarrollo del proyecto con medidas de mitigación.	1.01476

Los valores de pérdida de suelo promedio anual una vez aplicando las medidas de mitigación contempladas para la realización de este Proyecto, se encuentran muy por debajo del límite del rango de las clases de riesgo en pérdida de suelo, siendo de nulo a ligero (menor a las 30 ton/ha·año), de acuerdo a la clasificación de la FAO-UNESCO.

e) Generación de oxígeno

Como resultado de los procesos de fotosíntesis de las plantas se genera oxígeno, un gas indispensable para gran parte de los seres vivos. Si bien la mayor parte de la generación de oxígeno del planeta proviene de las algas marinas, un 60% aproximadamente, es importante la aportación que en el rubro aportan los bosques y selvas.

Existe poca información sobre las aportaciones de oxígeno a la atmósfera, en las plantas se dan dos procesos la fotosíntesis y la respiración. Cuando el vegetal recibe "luz", absorbe el CO_2 presente en el aire y expulsa O_2 . Las células clorofílicas utilizan el CO_2 para fabricar materia orgánica y expulsan el oxígeno restante, a este fenómeno se le conoce como fotosíntesis. Las células capaces de realizar fotosíntesis son células autótrofas. Cuando el vegetal está en la oscuridad, solo tiene lugar la respiración. La planta absorbe del O_2 y expulsa CO_2 .

En una planta completamente desarrollada se dan ambos procesos de una forma equilibrada, es en los procesos de crecimiento de la planta en donde las plantas utilizan el carbono de la atmósfera como materia prima para la constitución de tejidos, en esta etapa, el proceso de fotosíntesis se realiza en un grado mayor que el proceso de respiración. Durante esta etapa el balance de intercambio de gases favorece a la emisión de oxígeno.

Dentro de los procesos bioquímicos que tienen lugar en los diversos ecosistemas se mantiene un equilibrio entre el carbono que regresa a la atmósfera en forma de CO_2 derivado de la descomposición y la captura de carbono y liberación de O_2 , producto de los procesos fotosintéticos.

Debido a la falta de información acerca de la producción de oxígeno no se muestran datos cuantitativos acerca de este servicio ambiental.

f) Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales

Diversos fenómenos naturales han golpeado la zona delimitada por el SAR en donde se localiza el proyecto, algunos de ellos de consecuencias desastrosas no solo para las poblaciones humanas y sus bienes, sino también para los componentes ambientales afectando el equilibrio de la región. La siguiente tabla muestra los principales fenómenos meteorológicos que se ha presentado a lo largo de los últimos 41 años.

Tabla IV. 71. Fenómenos climatológicos que se han presentado en el área del SAR donde se ubica el Proyecto.

Año	Nombre	Categoría en Impacto	Lugar de Entrada ó Costa más Cercana	Estados Afectados Directamente	Periodo (inicio-fin)	Días de impacto	Vientos Máximos en impacto (Km/h)
2011	Rina	TT	30 km al Oeste de Cozumel	Quintana Roo	23-28 Oct	27 Oct	95
2010	Richard	DT	155 km al E-SE de Playa del Carmen, Camp	Chis, Camp. Q Roo Tab	20-26 Oct	25 Oct	55
	Karl	TT (H3)	15 km al NE de Chetumal, Q Roo (15 km al N de Puerto Veracruz)	Q Roo, Camp, Ver. Pue	14-18 Sep	15 Sep (17 Sep)	100 (185)
	Alex	TT (H2)	90 km al SW Chetumal, Q Roo (Laguna Madre, Tamp)	Q Roo, Camp, Tamp, NL	25 Jun-01 Jul	27 Jun (30 Jun)	65 (165)
2009	Ida	H1	80 km al E de Cancún, Q Roo	Q Roo	4-10 Nov	08 Nov	150
2008	Dolly	TT (TT)	Laguna de Nichupté Q Roo (Nuevo Laredo Tamp)	Q Roo, Yuc, Tamp, NL, Coah, Chih	20-25 Jul	21 Jul (24 Jul)	85 (65)
	Arthur	TT	Suroeste de Chetumal	Q Roo, Camp, Tab	31 May- 2 Jun	31 May	65
2007	Dean	H5 (H2)	Puerto Bravo Q Roo (Tecolutla Ver)	Q Roo, Cam, Ver, Pue, Hgo, Quer	13-23 Ago	21 Ago (22 Ago)	260 (155)
2005	Wilma	H 4	Cozumel-Playa del Carmen Q Roo	Q Roo, Yuc	15-25 Oct	21 Oct	230
	Stan	TT (H1)	Felipe Carrillo Puerto Q Roo (San Andres	Q Roo, Yuc, Ver, Oax, Camp, Chis	1-5 Oct	2 Oct (4 Oct)	75 (130)

Año	Nombre	Categoría en Impacto	Lugar de Entrada ó Costa más Cercana	Estados Afectados Directamente	Periodo (inicio-fin)	Días de impacto	Vientos Máximos en impacto (Km/h)
			Tuxtla, Ver)				
	Emily	H4 (H3)	20 km al N de Tulum Q Roo (El Mezquite Tamp)	Q Roo, Yuc, Tamp, NL	10-21 Jul	18 Jul (20 Jul)	215 (205)
	Cindy	DT	10 km al Oeste de Felipe Carrillo Puerto Q Roo	Q Roo, Yuc	3-6 Jul	4 Jul	55
2003	Claudette	TT (DT)	25 SSW Cancun Q Roo (CD. Acuña Coah)	Q Roo, Tamp, NL, Coah, Yuc	8-15 Jul	11 Jul (16 Jul)	90 (55)
2002	Isidore	H3	Telchac Puerto, Yuc	Q Roo, Yuc, Cam	14-26 Sep	26 Sep	65
2001	Chantal	TT	Chetumal Q Roo	Q Roo, Camp, Tab, Chis	15-22 Ago	21 Ago	85
2000	Keith	TT (H1)	Chetumal Q Roo (Tampico, Tamp)	Q Roo, Tamp, Cam, NL, SLP, Ver	28 Sep-6 Oct	3 Oct (5 Oct)	75 (148)
	Gordon	DT	Tulum Q Roo	Q Roo, Yuc	14-18 Sep	14 Sep	55
1999	Katrina	DT	45 km NNW Chetumal, Q Roo	Q Roo, Cam, Yuc	28 Oct- 1 Nov	31 Ago	45
1996	Dolly	H1 (H1)	F.C. Puerto, Q Roo (Pueblo Viejo, Ver)	Q Roo, Yuc, Cam, Ver, Tamp, SLP, Zac	19-24 Ago	20 Ago (23 Ago)	110 (130)
1995	Roxanne	H3 (DT)	Tulum Q Roo (Mtz de la Torre, Ver)	Q Roo, Yuc, Cam, Tab, Ver	8-20 Oct	10 Oct (20 Oct)	185 (45)
	Opal	DT	B. Espiritu Santo, Q Roo	Camp, Q Roo, Yuc, Tab	27 Sep- 2 Oct	27 Sep	55
1993	Gert	TT (H1)	Chetumal, Q Roo (Tuxpan, Ver)	Q Roo, Cam, Ver, SLP, Hgo, Qro, Gto, Jal	14-21 Sep	18 Sep (20 Sep)	65 (148)
1990	Diana	TT (H2)	Chetumal, Q Roo (Tuxpan, Ver)	Q Roo, Yuc, Cam, Ver, Hgo, SLP, Qro, Gto, Jal, Nay	4-8 Ago	5 Ago (7 Ago)	110 (158)
1988	Keith	TT	Cancun Q Roo	Q Roo	17-24 Nov	21 Nov	110
	Gilbert	H5 (H4)	Puerto Morelos, Q Roo (La Pesca, Tam)	Q Roo, Yuc, Tam, NL, Coah	8-20 Sep	14 Sep (16 Sep)	287 (215)
1982	Alberto	DT	20 km al N de Holkbox, Q Roo	Q Roo	2-6 Jun	2 jun	37
1980	Hermine	TT (TT)	Sacxan, Q Roo (Catemaco, Ver)	Q Roo, Cam, Ver, Oax	20-26 sep	22 Sep (24 Sep)	100 (110)
	Allen	H3	Rio Bravo, Tam	Tam, NL, Coah, Q Roo	31 Jul-11 Ago	10- Ago	185
1979	Henriette	DT	Pto. Morelos, Q Roo	Q Roo	15-24 Sep	15- Sep	45

Año	Nombre	Categoría en Impacto	Lugar de Entrada ó Costa más Cercana	Estados Afectados Directamente	Periodo (inicio-fin)	Días de impacto	Vientos Máximos en impacto (Km/h)
1975	Eloise	TT	Pto. Morelos Q Roo	Q Roo, Yuc	13-24 Sep	21 Sep	85
	Caroline	H3	La Pesca Tam	Q Roo, Tam, NL	24 Ago-1 Sep	30 Ago	185
1974	Carmen	H4	Punta herradura, Q Roo	Q Roo, Cam, Yuc	29 Ago-1 Sep	2-Sep	222
1973	Brenda	DT (H1)	Cancun Q Roo (Nvo. Progreso, Tam)	Q Roo, Yuc, Cam, Chis	18-22 Ago	19 Ago (21 Ago)	148 (93)
1972	Agnes	DT	Tekax, Yuc (Formación en Tierra)	Yuc, Q Roo	14-23 Jun	14 Jun	45
1971	Edith	TT (TT)	Chetiumal, Q Roo (La Pesca, Tam)	Q Roo, Cam, Tam	5-18 Sep	11 Sep (14 Sep)	110 (85)
	Chloe	DT	Chetumal, Q Roo	Q Roo	18-25 Ago	25 Ago	45
1970	Ella	DT (H3)	Akumal Q Roo (La pesca, Tam)	Q Roo, Yuc, NL, Tam	8-13 Sep	10 Sep (12 Sep)	55 (195)

La presencia de vegetación al momento de un fenómeno natural como los relacionados arriba, ayudan amortiguando los impactos en dos momentos, al estar sucediendo el evento la cobertura forestal actúa como una barrera rompe viento, reduciendo la velocidad de las ráfagas, como moderador de la precipitación, retención del suelo aminorando los efectos de arrastre del agua y el viento, brinda refugio a la fauna de la zona.

Una vez pasado el fenómeno, provee refugio a especies cuyos habitats fueron inundados, previenen procesos de erosión hídrica, ayudan absorben parte de las precipitaciones, brindan resguardo y alimento a las poblaciones damnificadas.

Los procesos de deforestación no solo tienen un efecto local al privar a las zonas afectadas de la protección de la vegetación ante un evento como los señalados, sino que la suma a nivel global de los procesos de deforestación altera notablemente equilibrio global, lo cual se refleja en el mayor número de tormentas y un mayor grado en la intensidad de las mismas. En el caso del estado actual de la parte costera del SAR y del predio del proyecto, dichas áreas se encuentran inmersas dentro de áreas ya impactadas por el

establecimiento de los desarrollos turísticos de Cancún, por lo que se cuenta con muy pocas zonas de vegetación natural que ofrezcan protección contra fenómenos naturales.

g) Modulación o regulación climática

Las áreas forestales cumplen con un rol de suma importancia en la regulación de los climas en el mundo. En las regiones tropicales, que son 40% de la superficie terrestre se efectúa 58% de la evaporación en el ciclo global del agua. En las regiones tropicales la evaporación puede llegar a alcanzar hasta los 240 cm por año mientras que en las zonas de mayor latitud, la transpiración es mucho menor a razón de 20-50 cm al año.

Las cifras anteriores muestran la relevancia que tienen las áreas forestales como reguladores del clima, al privar al suelo de la capa vegetal, el agua se evapora con mayor rapidez y de igual manera, el proceso de escurrimiento se ve favorecido por la pérdida de la capa vegetal, lo que conlleva a la pérdida de agua dulce en el planeta.

El proceso de deforestación, al eliminar la cubierta protectora, aumenta la reflectividad, con lo cual se incrementa la reflexión de calor solar. En los suelos húmedos tiende a aumentar la evaporación y, por lo tanto, los suelos tienden a enfriarse. En cambio, en los suelos secos aumenta la absorción por radiación, y ello hace que tales suelos sean más calientes. Sus mayores temperaturas aumentan las tasas de mineralización, afectando en definitiva su estabilidad y estructura, viéndose reducida su resistencia, quedando así más expuestos a la erosión.

Estos fenómenos influyen directamente en el aumento de la temperatura del planeta, toda vez que el vapor de agua está considerado uno de los gases de efecto invernadero.

h) Paisaje y recreación

El paisaje natural entendido como aquel que no ha sido modificado por el humano, es una fuente de bienestar para los seres humanos, ya que transmite sensaciones de bienestar y pertenencia, además proporciona espacios para actividades como el senderismo,

fotografía, campismo, alpinismo y otras actividades de esparcimiento que se desarrollan en las zonas forestales.

Dado que la apreciación de este valor ambiental es subjetiva, no existe una forma cuantitativa de medir su valor, sin embargo, el disfrute por parte de las personas de un medio ambiente adecuado es un derecho fundamental que debe ser garantizado por el Estado.

IV.5.2.10. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo y su grado de afectación

Según información de SEMARNAT (2008), los servicios ambientales se encuentran divididos en cuatro categorías principales, los servicios que se han descrito en este capítulo con posible afectación, se ven inmersos en las cuatro categorías:

- **Servicios de soporte:** son la base para la producción de las otras categorías y servicios que difieren de ellas en que su impacto en la población es indirecto y ocurre después de largos periodos.
- **Servicios de regulación:** son los que se obtienen de los procesos de la regulación de los ecosistemas.
- **Servicios de provisión:** son los productos obtenidos de los ecosistemas.
- **Servicios culturales:** donde se consideran todos los no materiales que la gente obtiene de los ecosistemas a través de enriquecimiento espiritual desarrollo cognitivo, reflexión, recreación y experiencias estéticas.

En la siguiente tabla se muestra la relación según las categorías registradas por SEMARNAT y los apartados bajo los cuales se hacen los análisis de afectación del servicio ambiental en el presente capítulo.

Tabla IV. 72. Categoría según SEMARNAT de los servicios ambientales que se considera que se verán afectados por el desarrollo del proyecto.

Categoría del. Servicio	Beneficio brindado	Apartado bajo el que se considera en el presente documento.
Servicios de soporte	Fotosíntesis	Generación de oxígeno
Servicios de regulación	Regulación de la calidad del aire	Secuestro de Carbono
	Regulación climática	Modulación o regulación climática
	Regulación del agua	Captura de agua
	Regulación de la erosión	Protección y recuperación de suelos
	Regulación de riesgos naturales	Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales
Servicios de provisión	Recursos genéticos	Protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida
Servicios culturales	Recreación y ecoturismo	Paisaje y Recreación
	Valor estético y de inspiración	Paisaje y recreación

La importancia del servicio ambiental depende del grupo de población que a nivel del SAR resulta beneficiado por el servicio ambiental que presta el área que se vería 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 población (como el servicio de captura de oxígeno, y secuestro de dióxido de carbono), o solo beneficiar a un grupos reducidos como el caso de ofrecimientos no comerciales, o porción extraíble de alimentos.

Por otra parte, el grado de afectación se plantea en función de la disminución del valor ambiental que podría darse como resultado de la ejecución del cambio de uso del suelo solicitado, en comparación con la disponibilidad del recurso forestal en el SAR y consecuentemente de la disponibilidad del servicio ambiental. En la siguiente tabla se muestra la estimación que tendrán los impactos sobre los servicios ambientales identificados durante el desarrollo del proyecto.

Tabla IV. 73. Identificación de los Servicios Ambientales con potencial afectación por el CUSTF del proyecto.

Servicios ambientales	Descripción	Afectación	Observaciones
Secuestro de Carbono	La pérdida de la cobertura forestal representa la pérdida de un reservorio de carbono.	Se dejarán de capturar un total de 88.66 toneladas de C al año por la vegetación removida en el predio del proyecto.	Representa el 0.00022% de la capacidad de captura del SAR. Se implementará una superficie de áreas.

Servicios ambientales	Descripción	Afectación	Observaciones
Captura de agua	La afectación del servicio ambiental está directamente ligada a la pérdida de área forestal y su capacidad de captar agua.	La estimación del volumen de agua infiltrado dadas las condiciones actuales es de -3248.069928 m^3 una vez que el proyecto se haya culminado y se apliquen las medidas de mitigación la pérdida anual se estima en -4552.282993	El volumen de infiltración presenta valores negativos una vez que la evapotranspiración y de escurrimiento supera el volumen de captación de agua por precipitación. Este servicio no se ve afectado considerablemente, dado que el predio no tiene aporte a la recarga de acuíferos.
Protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida	Las áreas forestales son hábitat de un gran número de especies de flora y fauna.	La pérdida de estos hábitats pone en riesgo la sobrevivencia de los individuos que viven en ellos.	El área forestal que se someterá a cambio de uso de suelo en el predio, tiene un alto grado de perturbación y se encuentra sometido a procesos de degradación,
Protección y recuperación de suelos	La capa vegetal previene la erosión del suelo y mantiene los procesos bioquímicos del mismo	La ausencia de vegetación expone al suelo a los procesos de erosión y se interrumpen ciclos importantes para naturaleza, como son los del carbono, nitrógeno entre otros, después de la aplicación de medidas de mitigación se estima que la pérdida de suelo por efecto de la erosión es de 1.01476 ton/año	En la actualidad el suelo en el SAR se encuentra sometido a una importante degradación por los desarrollos urbanos y turísticos de la región. La pérdida de suelo se ve fuertemente reducida al ejecutarse las medidas de mitigación.
Generación de oxígeno	Las áreas con vegetación aportan oxígeno derivado de los procesos de fotosíntesis.	El retiro de la vegetación en las áreas sujetas a cambio de uso de suelo interrumpirá los procesos fotosintéticos.	Las poblaciones vegetales en las áreas sujetas a cambio de uso de suelo son comunidades establecidas y los procesos de fotosíntesis y respiración se encuentran en equilibrio, la conservación de áreas

Servicios ambientales	Descripción	Afectación	Observaciones
			verdes permitirá que el servicio siga siendo prestado por la vegetación.
Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales	La vegetación atenúa la fuerza del viento, previene los procesos erosivos del agua y viento, provee refugio.	La pérdida de la vegetación deja expuestas a los elementos del ecosistema.	La superficie de la vegetación que cumple con este servicio no se significativa con respecto a la superficie del SAR.
Modulación o regulación climática	La cobertura forestal disminuye los procesos de evaporación del agua y reflexión de la luz y calor hacia la atmósfera.	La ausencia de vegetación permite la incorporación a la atmósfera de más vapor de agua, considerado uno de los gases de efecto invernadero	La superficie de vegetación que se removerá representa un porcentaje muy bajo con respecto a la cobertura del SAR, en donde se encuentran áreas de mayor relevancia en cuestión de regulación climática.
Paisaje y recreación	Debido a la topografía que predomina en la zona, no se encuentran áreas de gran atractivo natural, aunado a la gran fragmentación, no se comprometen zonas que incidan en el desarrollo emocional de los pobladores.	Se modifica el entorno al remover la totalidad de la vegetación de la zona del predio e incluir una construcción en el entorno.	Los espacios con vegetación natural en los cuales se pueden realizar actividades recreativas en el SAR no se verán afectadas por el Proyecto.

a) Captura de carbono

La captación de carbono depende de las especies de plantas, del contenido de materia orgánica, la estructura de edades de los árboles, del tipo de suelo y factores climáticos, en el caso del predio, la superficie donde se pretende realizar el cambio de uso de suelo, es una superficie pequeña en relación a la existente en el SAR, por tal motivo la concentración es mínima al comparar las estimaciones de potencial de secuestro entre la éste y el área del predio, donde se puede apreciar que el aporte del predio al secuestro de

carbono del SAR no es significativo (0.029%). No obstante esto se debe sumar a la dinámica de los procesos de cambio en la zona, cuya tendencia es a la pérdida de la cobertura vegetal primaria.

La medida de este servicio ambiental se estima en toneladas de CO₂ fijadas por hectárea al año, lo anterior en función de que los datos obtenibles son comparables, tanto entre superficies del mismo tipo de vegetación, como entre diferentes tipos de vegetación, esto es bajo la premisa que una tonelada de carbono capturada en un lugar contribuye de igual forma a la reducción del cambio que una tonelada capturada en cualquier otro punto (Pagiola, Landell-Mills y Bishop, 2002). La relevancia de este servicio ambiental se considera muy alta debido a que la aportación del servicio ambiental tiene importancia para todos los habitantes del SAR y es un proceso vital para todos.

Por otra parte, el grado de afectación se considera como bajo en función de que la superficie del proyecto con respecto al SAR es muy pequeña, aunado a que la planeación de desarrollos urbanos en la zona ocasiona que el servicio ambiental se halle disminuido y comprometido a desaparecer. Asimismo, se prevé el rescate de ejemplares de flora silvestre mediante la aplicación de un Programa de Rescate y Reubicación de Especies de Flora Silvestre, disminuyendo con estas acciones la pérdida de la captura de carbono por el desmonte de la vegetación dentro del polígono del predio sujeto a CUSTF.

Por lo anterior se considera que la contribución del área que comprende el polígono del proyecto no compromete a este servicio ambiental a nivel del SAR, y una vez aplicadas las medidas de mitigación, la pérdida del servicio ambiental dentro del predio es mínima.

b) Captación de agua

En este caso, se identifica como un servicio de alta importancia y el impacto previsto en dicho servicio es mínimo, primordialmente por las condiciones particulares en las que se originan y mantienen los acuíferos en la península de Yucatán, en donde el agua de lluvia se infiltra rápidamente en el subsuelo y existe un escurrimiento subterráneo desde la porción central hacia las zonas costeras. De esta manera la precipitación pluvial en la

región central de la península de Yucatán tiene una repercusión mayor en la disponibilidad de agua subterránea en la zona del proyecto, que la precipitación en el sitio mismo. En la siguiente tabla se presenta la estimación de la capacidad de infiltración.

Tabla IV. 74. Estimación de la capacidad de infiltración del predio bajo distintos escenarios.

Escenario	Potencial de infiltración de agua (m ³)
Predio sin desarrollo del proyecto	-3248.069928
Desarrollo del proyecto sin medidas de mitigación	-4552.282993
Desarrollo del proyecto con medidas de mitigación	-4552.282993

Una vez calculado los volúmenes de potencial de infiltración en el predio el resultado es negativo, y esta tendencia no se modifica con el desarrollo del proyecto. Una vez realizado el desmonte y el despalme, el valor de la pérdida se incrementa al estar el suelo totalmente desnudo; no obstante, una vez que el proyecto se encuentra en la etapa final con la mitigación el volumen de infiltración no se ve perjudicado ya que continúa en los mismos valores. En la zona del predio no se presentan sobreexplotaciones de agua, en este sentido no se tienen problemas de desequilibrio, entre su extracción y la recarga de acuíferos; esto implica que el costo de oportunidad de la selva que se encuentra en el predio como capturador de agua es bajo.

En base a la información proporcionada se considera que el servicio tiene una relevancia alta al representar la recarga de fuentes de agua; sin embargo, el efecto que tendrá el proyecto en el servicio ambiental es mínimo.

c) Protección de los ecosistemas y formas de vida

La afectación hacia el servicio ambiental que brinda la biodiversidad se dará en diferentes formas, como la disminución de germoplasma nativo, en el sentido de que la superficie abierta será cubierta por diversas capas de material de terracería, con cubierta asfáltica y de construcción a base de concreto que cubrirá semillas y propágulos, e impedirá el establecimiento de nueva vegetación.

Aunque será retirada la cubierta vegetal en una superficie de 0.537413 ha, no se pondrá en riesgo la biodiversidad del SAR debido a que las especies de importancia lo son *Thrinax radiata* (incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010) y las asociaciones que puede formar con otras especies. De esta forma se protege no solo a *Thrinax radiata* por ser especie protegida por la norma oficial, sino además al conservar las asociaciones vegetales se brindan hábitats que podrán ser utilizados por las especies de fauna asociadas a esta cubierta vegetal.

La aplicación de los Programas de Rescate de Flora y Fauna Silvestre, permitirá el establecimiento de los individuos en nuevas áreas. Por lo tanto, la afectación a este servicio ambiental se considera de baja relevancia y el impacto como bajo.

d) Protección y recuperación de suelos

La importancia de este servicio ambiental es considerada como de un valor bajo debido a que en el SAR 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 contribución de la superficie para la cual se solicita el cambio de uso de suelo, a este servicio, es mínima.

Así mismo una vez que se realicen las medidas de mitigación y el proyecto esté en su etapa final, la estimación de pérdida de suelo promedio anual es de 1.01476 ton/ha.año valor que incluso se sitúa por debajo del promedio de pérdida anual en condiciones naturales el cual es de 2.63838196 ton/ha.año. En base en lo anterior se considera que el servicio ambiental tiene una baja relevancia y el impacto una vez realizado el proyecto será positivo.

e) Generación de oxígeno

La relación directa entre la captura del CO₂ y la liberación de oxígeno (O₂), es ampliamente conocida; sin embargo, también está documentado que la mayor parte del oxígeno neto liberado a la atmósfera por ecosistemas terrestres, por unidad de superficie, es producto

de la selva tropical. No obstante, la remoción de la vegetación afectará la producción de oxígeno local, aunque no se compromete la producción del SAR, debido a que los cuerpos de agua son altos productores de oxígeno.

Este servicio es considerado de alta relevancia dado que el oxígeno producido es indispensable para una gran cantidad de formas de vida, y el impacto es bajo debido a la poca extensión que representan estas 0.537413 ha de vegetación natural dentro del polígono sometido a CUSTF, con respecto a la que se encuentra en el SAR. La superficie ocupada por este tipo de vegetación que será removida como resultado del cambio de uso de suelo es del 0.79% del total existente en el SAR.

f) Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales

La vegetación natural del predio se encuentra fuertemente fragmentada por el desarrollo urbano, con lo cual la capacidad de brindar el servicio de amortiguamiento ante fenómenos naturales se ve muy reducida.

Por lo que este servicio se considera de baja relevancia y el impacto se considera bajo, aunado a esto la conservación del matorral costero representa la protección del último relicto de este tipo de vegetación de la zona. Lo cual aunado a la altura del proyecto representará una barrera que contendrá los vientos provenientes del océano, con lo que la dinámica ecológica del sistema lagunar que se encuentra incluida en el SAR no se verá comprometida, y el servicio ambiental que presta este tipo de vegetación se verá apoyado por la infraestructura del proyecto.

g) Modulación o regulación climática

La cobertura vegetal del predio que será removida no es significativa con respecto a la superficie del SAR, sin embargo el sistema lagunar al cual pertenecen se encuentran cuerpos de agua de grandes dimensiones los cuales fungen como reguladores climáticos, al aportar humedad y absorber la energía calórica.

A pesar de la vegetación que será removida dentro de los límites del polígono, las variables atmosféricas que determinan las condiciones climáticas de la región, como la humedad y la dirección de los vientos no se verán alteradas, no siendo el mismo caso de los microclimas presentes en el área.

Se considera que la vegetación presente en el polígono, juega un papel prácticamente nulo en la regulación climática del sistema lagunar, por lo que este servicio es de baja relevancia, y el grado de afectación será muy bajo.

h) Paisaje y recreación

Con respecto al cambio en el paisaje hay afectaciones en este rubro; debido a que se modificará el entorno por completo mediante la remoción de la vegetación existente dentro del predio y en algunas áreas se impedirá el inicio y establecimiento de sucesiones ecológicas. No obstante, no se pone en riesgo el conjunto paisajístico de la zona por las siguientes razones:

La visibilidad es amplia ya que las curvas de nivel del predio muestran una pendiente muy reducida, con el desarrollo del proyecto la pendiente tenderá a cero, permitiendo que la visibilidad no se vea comprometida.

En cuanto a la transparencia atmosférica, se seguirá considerando buena, ya que los elementos abióticos de gran relevancia paisajística como lo son la costa y la zona del mar se seguirán apreciando perfectamente dando una vista integradora y agradable.

Y por último, 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 afectación al paisaje se dará principalmente en cuanto a la calidad intrínseca del mismo, la cual resulta media debido a que no hay una diversidad de

topoformas, solo una topoforma domina el paisaje, la llanura la cual no permite establecer condiciones diversas de paisaje, asimismo en el área de establecimiento del proyecto se presenta un mosaico dominado por suelos de uso urbano y algunas áreas naturales.

En el área del proyecto y sus alrededores no se encuentran áreas ecoturísticas o en las que se promueva su desarrollo y que pudieran verse impactadas con el desarrollo del proyecto.

Considerando lo anterior y a manera de conclusión, se puede deducir que con la instalación del proyecto no se provocarán afectaciones significativas con relación a las que ya se presentan actualmente en el medio natural, por el contrario, al no existir incidencias críticas, relevantes que signifiquen perturbaciones importantes, la instalación del proyecto puede favorecer la evolución de los procesos de mejora para el desarrollo de la región, trayendo consigo beneficio en el entorno local y regional en materia de desarrollo social y económico de sus habitantes.

IV.5.3. Fauna

A diferencia de la flora, la fauna tiene la capacidad de desplazarse de un lugar a otro, el desplazamiento de las especies puede estar condicionado a factores ambientales, de perturbación o antropogénicos, por ello la riqueza y la abundancia relativa es muy variable a través del tiempo. Por lo tanto contar con información bibliográfica actualizada así como trabajo de campo, nos permite obtener un mejor diagnóstico ambiental.

IV.5.3.1. Revisión bibliográfica y de bases de datos de fauna en el SAR

Para obtener un registro de fauna para el SAR se recurrió al uso de bases de datos, debido a que se puede contar con registros de trabajos científicos, así como aportaciones personales actualizadas. Entre las bases de datos que se consultaron para el proyecto están la Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Naturalista de CONABIO y estudios

recientemente realizados cerca al área del proyecto. La información obtenida nos dio un número aproximado de la fauna que podía encontrarse actualmente en el SAR.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se obtuvo un total de 28 especies incluidas en 7 órdenes, 22 familias, y 26 géneros (ver siguiente tabla), de los cuales la clase Reptilia se encuentra representada por 7 especies, un orden, cinco familias, y seis géneros. La clase Mammalia, se encuentra contenida en dos órdenes, tres familias, tres géneros y tres especies. La clase Aves se encuentra representada por 18 especies, contenidas en 4 órdenes, 14 familias y 17 géneros. Es importante destacar que no se registró a la clase amphibia dentro del SAR, lo cual se puede deber a la ausencia de cuerpos de agua dulce, así como los tipos de vegetación y la actividad antrópica.

Tabla IV. 75. Especies de fauna registradas bibliográficamente para el SAR.

Clase	Orden	Familia	Especie
REPTILIA	Squamata	Dactyloidae	Anolis rodriguezii
			Anolis sagrei
		Gekkonidae	Hemidactylus frenatus
		Corytophanidae	Basiliscus vittatus
		Iguanidae	Ctenosaura similis
		Colubridae	Senticolis triaspis
			Leptophis mexicanus
MAMMALIA	Rodentia	Cricetidae	Peromyscus yucatanicus
		Cuniculidae	Cuniculus paca
	Chiroptera	Vespertilionidae	Rhogeessa aeneus
AVES	Accipitriformes	Accipitridae	Cathartes aura
		Pandionidae	Pandion haliaetus
	Passeriformes	Icteridae	Dives dives
			Icterus cucullatus
		Corvidae	Cyanocorax yucatanicus
		Tyrannidae	Pitangus sulphuratus
			Myiarchus tyrannus
		Mimidae	Mimus gilvus
		Cardinalidae	Piranga rubra
		Parulidae	Dendroica magnolia

			Parkesia motacilla
			Parkesia noveboracensis
		Vireonidae	Vireo flavoviridis
		Geothlypis	Oporornis philadelphia
		Hirundidae	Hirundo sp.
		Turdidae	Catharus ustulatus
	Suliformes	Fregatidae	Fregata magnificens
	Pelecaniformes	Pelecanidae	Pelecanus occidentalis*(Linnaeus, 1766)
	Columbiformes	Columbidae	Zenaida macroura(Linnaeus, 1758)
	Charadriiformes	Charadriidae	Charadrius melodus*(Ord, 1824)

IV.5.3.2. Fauna incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de acuerdo con la bibliografía consultada para el SAR.

Del listado potencial de especies de fauna en el SAR, se incluyen tres especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010, dos bajo la categoría de Amenazada (A), y una Sujeta a protección especial (Pr), mismas que se especifican en la siguiente tabla.

Tabla IV. 76. Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de acuerdo con la bibliografía.

Clase	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación
Mammalia	Procyonidae	<i>Bassariscus sumichrasti</i>	Cacomixtle tropical	Pr
Reptilia	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	<i>Iguana rayada</i>	A
	Colubridae	<i>Leptophis mexicanus</i>	Culebra perico mexicana	A

***Bassariscus sumichrasti* (cacomixtle tropical)**

Especie que muestra una marcada preferencia por las selvas altas y lugares densamente arbolados y húmedos, prefiere el dosel y el subdosel. Su hábitat son las selvas altas y medianas perennifolias, el bosque mesófilo de montaña y las áreas húmedas y densas de bosques de encino-pino. Se distribuye desde el sureste de Panamá hasta México, en los estados de Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Quintana Roo, Veracruz y su lugar de origen San Luis Potosí (ver siguiente figura). De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010

está en categoría de amenazada, y con la información anteriormente se puede decir que esta especie no se restringe al área del proyecto o al SAR.



Figura IV. 116. Ubicación espacial de los registros de *Bassariscus sumichrasti* (Fuente: <http://www.iucnredlist.org/>).

Ctenosaura similis (iguana rayada)

Es una especie que se distribuye en selvas caducifolias y perennifolias, así como en marismas y matorrales costeros, es considerada nativa de México, y actualmente se distribuye en los estados de Campeche, Chiapas, Guerrero, Michoacán, Oaxaca, Tabasco, Veracruz, Yucatán, Quintana Roo. Es una especie amenazada de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. A pesar de tener una categoría de riesgo esta especie está bien representada en México y otros países por lo que su distribución no se restringe al área del proyecto o al SAR.

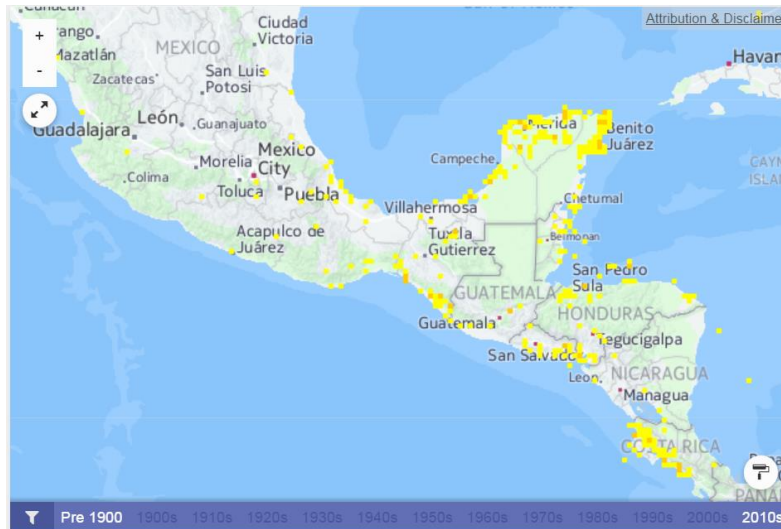


Figura IV. 117. Ubicación espacial de los registros *Ctenosaura similis* (Fuente: <http://www.iucnredlist.org/>).

Leptophis mexicanus (culebra perico mexicana)

Es una especie Nativa de México, su distribución se extiende hasta América central. En México se distribuye en los estados de Campeche, Nayarit, San Luis Potosí, Jalisco, Tamaulipas, Puebla, Guerrero, Veracruz, Oaxaca, Tabasco, Chiapas, Yucatán y Quintana Roo. De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, tiene la categoría de amenazada; no obstante, como se muestra en la siguiente figura esta especie está bien representada en México por lo que se considera que su distribución no se restringe al área del proyecto o al SAR.



Figura IV. 118. Ubicación espacial de los registros *Leptophis mexicanus* (Fuente: www.gbif.org).

IV.5.3.3. Trabajo de campo de la fauna en el SAR y en el polígono del proyecto

A continuación se describirán los resultados de los muestreos realizados en el SAR y en el polígono del proyecto. Las técnicas de muestreo empleadas, los catalogos fotográficos, así como los índices de diversidad de la fauna se incluyen en el capítulo IX de este DTU, para sustentar lo aquí expuesto.

IV.5.3.4. Resultados del muestreo de fauna en el SAR

En el SAR establecido se realizaron 5 transectos (110 m de largo y 10 metros de ancho) y un punto fijo de observación en el cual se llevó a cabo un muestreo nocturno, estos se llevaron a cabo a partir del 28 abril y 3 de mayo de 2015 (ver siguiente tabla). Se tomaron una serie de fotografías al inicio y final de cada transecto, mismas que se presentan en el capítulo IX de este DTU.

Tabla IV. 77. Unidades de muestreo en el SAR, indicando la terminología para cada transecto, la fecha de muestreo, las coordenadas de ubicación.

Transecto	Fecha	Coordenadas (UTM)				Hora		SAR
		Inicial		Final		Inicio	Fin	
		X	Y	X	Y			
S1	03/05/2016	522588	2325718	522489	2325692	12:55	16:31	SAR
S2	03/05/2016	522470	2325751	522554	2325792	17:00	17:34	SAR
S3	30/04/2015	522199	2325622	522334	2325688	10:00	10:34	SAR
S4	30/04/2015	522311	2325670	-	-	17:00	01:15	SAR
S5	28/04/2015	522194	2325587	522332	2325643	16:39	18:00	SAR

i) Riqueza de especies en el SAR

Para los muestreos realizados en el SAR, se tienen 30 especies, tres clases, nueve órdenes, 24 familias y 28 géneros (ver siguiente tabla), de las cuales la clase Reptilia está contenida en un orden, tres familias, tres géneros y cuatro especies; la clase Mammalia registra cuatro especies, en tres órdenes, cuatro familias y cuatro géneros; finalmente la clase de Aves se presentó en cinco órdenes, 17 familias, 21 géneros y 22 especies, y corresponde a la clase mejor representada. Es importante destacar que no se registró a la clase amphibia en el SAR.

Tabla IV. 78. Vertebrados registrados en los muestreos realizados en la SAR.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
REPTILIA	Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis rodriguezii</i> (Boucourt, 1873)	Anolis liso del sureste
			<i>Anolis sagrei</i> (Duméril & Bibron, 1837)	Anolis pardo
		Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i> (Wiegman, 1828).	Toloque rayado
		Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i> (Wiegmann, 1834)	Iguana negra de cola espinosa
Mammalia	Rodentia	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i> (Linnaeus, 1766)	Tepezcuintle
		Cricetidae	<i>Peromyscus yucatanicus</i> (J.A. Allen & Chapman, 1897)	Ratón yucateco
	Carnivora	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i> (Wagler, 1831)	Mapache

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Rhogessa aeneus</i> (Goodwin, 1958)	Murciélago amarillo yucateco
AVES	Accipitriformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i> (Linnaeus, 1758)	Zopilote aura
		Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i> (Savigny, 1809)	Águila pescadora
	Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius semipalmatus</i> (Bonaparte, 1825)	Chorlo semipalmado
		Scolopacidae	<i>Arenaria interpres</i> (Linnaeus, 1758)	Vuelvepiedras rojizo
	Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i> (Dubois, 1775)	Urraca Yucateca
		Geothlypidae	<i>Oporornis Philadelphia</i> (Wilson, 1810)	Chipe enlutado
		Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i> (Linnaeus, 1758)	Golondrina tijereta
		Icteridae	<i>Dives dives</i> (Deppe, 1830)	Tordo cantor
			<i>Icterus cucullatus</i> (Swainson, 1827)	Bolsero Cuculado
			<i>Quiscalus mexicanus</i> (Gmelin, 1788)	Zanate mayor
		Mimidae	<i>Mimus gilvus</i> (Vieillot, 1808)	Cenzontle tropical
		Parulidae	<i>Parkesia motacilla</i> (Vieillot, 1809)	Chipe arroyero
			<i>Parkesia noveboracensis</i> (Gmelin, 1789)	Chipe carquero
			<i>Setophaga magnolia</i> Linnaeus, 1766)	Chipe de Magnolia
		Thraupidae	<i>Piranga rubra</i> (Linnaeus, 1758)	Tángara roja
		Turdidae	<i>Catharus ustulatus</i> (Nuttall, 1840)	Zorzal de Swainson
		Tyrannidae	<i>Myiarchus tyrannulus</i> (Müller, 1776)	Papamoscas tirano
	<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766).		Luis Bienteveo	

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
		Vireonidae	<i>Vireo flavoviridis</i> (Cassin, 1851)	Vireo verdeamarillo
	Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i> (Linnaeus, 1766)	Pelícano pardo del Caribe
		Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax auritus</i> (Lesson, 1831)	Cormorán orejudo
	Suliformes	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i> (Mathews, 1914)	Fregata magnífica

IV.5.3.5. Resultados del muestreo de fauna en el polígono del proyecto

Los vertebrados registrados en el polígono del proyecto corresponden a 21 especies de vertebrados contenidas en dos clases, siete órdenes, 18 familias, y 20 géneros (ver siguiente tabla **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), de los cuales, la clase Reptilia, se encuentra representada por seis especies, un orden, seis familias, y seis géneros. No se reportaron especies de la clase Mammalia dentro del polígono del proyecto y tampoco de la clase Amphibia. La clase Aves se encuentra representada por 15 especies, contenidas en seis órdenes, 12 familias y 14 géneros. A continuación se presenta la tabla y figura que corresponde a los sitios de muestreo para el área del proyecto.

Tabla IV. 79. Unidades de muestreo en el polígono del proyecto, indicando la terminología para cada transecto, la fecha de muestreo, las coordenadas de ubicación.

Transecto	Fecha	Coordenadas (UTM)				Hora		*AE/SAR
		Inicial		Final		Inicio	Fin	
		X	Y	X	Y			
P1	03/05/2016	522451	2325709	522543	2325749	12:55	16:30	AE
P2	03/05/2016	522485	2325703	522586	2325730	12:55	16:30	AE
P3	03/05/2016	522538	2325732	522633	2325747	12:55	16:30	AE
P4	03/05/2016	522441	2325686	-	-	12:55	16:30	AE
P5	03/05/2016	522611	2325755	-	-	16:30	17:30	AE

** en este caso el área de estudio corresponde al área del proyecto.

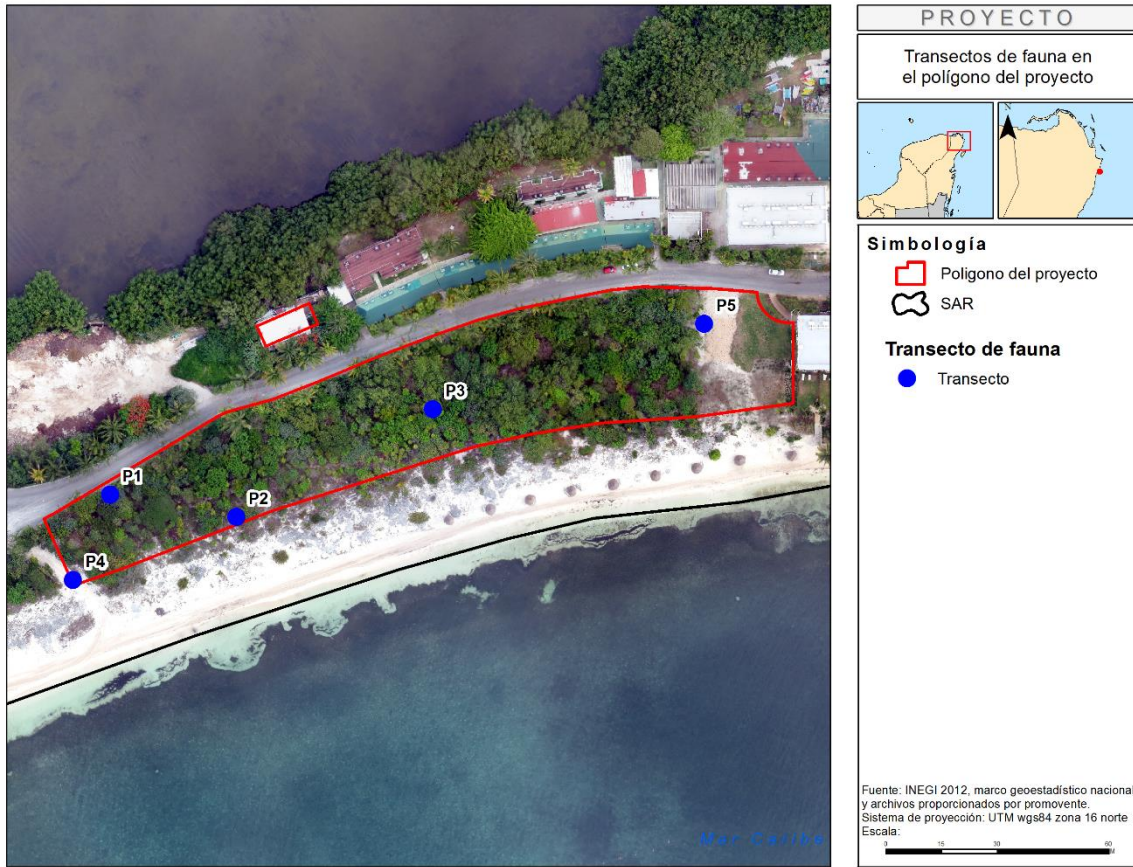


Figura IV. 119. Unidades de muestreo realizadas durante el estudio de vertebrados silvestres en el polígono del proyecto.

A continuación se presenta el listado de especies registradas para el polígono del proyecto.

Tabla IV. 80. Especies de vertebrados observados durante los muestreos realizados para el polígono del proyecto.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Reptilia	Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis sagrei</i> (Duméril & Bibron, 1837)	Abaniquillo Pardo
		Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i> (Wiegmann, 1828)	Toloque Rayado
		Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i> (Gray,	Iguana espinosa

			1831)	rayada
		Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i> (Cope, 1867)	Lagartija escamosa pintas amarillas
		Dipsadidae	<i>Conophis lineatus Duméril,</i> <i>Bibron & Duméril, 1854)</i>	Culebra guardacaminos lineada
		Colubridae	<i>Leptophis mexicanus (Duméril,</i> <i>Bibron & Duméril, 1854)</i>	Culebra perico
Aves	Accipitriformes	Pandionidae	<i>Pandion haliaetus (Linnaeus,</i> <i>1758)</i>	Gavilán pescador
	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Arenaria interpres (Linnaeus,</i> <i>1758)</i>	Vuelvepiedras rojizo
	Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis vetula (Wagler, 1830)</i>	Chachalaca vetula
	Passeriformes	Cinclidae	<i>Coereba falveola (Linnaeus,</i> <i>1758)</i>	Reinita mielera
		Fringilidae	<i>Euphonia affinis (Lesson, 1842)</i>	Eufonia garganta negra
		Icteridae	<i>Dives dives (Deppe, 1830)</i>	Tordo cantor
			<i>Icterus cucullatus (Swainson,</i> <i>1827)</i>	Bolsero Cuculado
			<i>Quiscalus mexicanus (Gmelin,</i> <i>1788)</i>	Zanate mayor
		Mimidae	<i>Mimus gilvus (Vieillot, 1808)</i>	Cenzontle tropical
		Parulidae	<i>Setophaga palmarum (Gmelin,</i> <i>1789)</i>	Chipe playero
			<i>Setophaga petechia (Linnaeus,</i> <i>1766)</i>	Chipe amarillo
	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i> (Vieillot, 1819)	Tirano tropical	
	Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i> (Linnaeus, 1766)	Pelicano pardo del Caribe
		Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax auritus (Lesson,</i> <i>1831)</i>	Cormorán orejudo
Suliformes	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i> (Mathews, 1914)	Fregata magnífica	

IV.5.3.6. Diversidad de vertebrados

A continuación se analizará y comparará la diversidad de vertebrados registrados tanto en el polígono del proyecto como en el SAR.

j) Clase reptilia

En el polígono del proyecto se observaron seis especies de la Clase Reptilia, con un total de 23 individuos, mientras que para el SAR se tienen cuatro especies de reptiles y un total de 30 individuos (ver siguiente tabla).

Tabla IV. 81. Especies de Reptiles (Chordata: Vertebrata) observadas en SAR Y en el polígono del proyecto; n_i = número de individuos de la especie i (frecuencia). N = número total de individuos, S = número de especies.

ID	Especie	Polígono		SAR	
		n_i	p_i	n_i	p_i
1	<i>Anolis rodriguezii</i>	0	0.000	6	0.2
2	<i>Anolis sagrei</i>	11	0.4230	3	0.1
3	<i>Basiliscus vittatus</i>	1	0.0434	1	0.0033
4	<i>Ctenosaura similis</i>	8	0.3478	20	0.6666
5	<i>Conophis lineatus</i>	1	0.0434	0	0.000
6	<i>Leptophis mexicanus</i>	1	0.0434	0	0.000
7	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	1	0.0434	0	0.000
	N	23		30	
	S	6		4	

En términos de porcentaje de abundancia relativa, dentro del polígono del proyecto el 47.82% de los reptiles se encuentra representada por la especie *Anolis sagrei*, mientras que el 34.78% corresponde a *Ctenosaura similis*, las cuales representaron más del 80% de la clase dentro del polígono. Por otro lado, para el SAR, *Ctenosaura similis* representó el 66.66% de los organismos registrados, y la especie *Anolis rodriguezii* corresponde al 20% de IART (ver siguiente figura **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

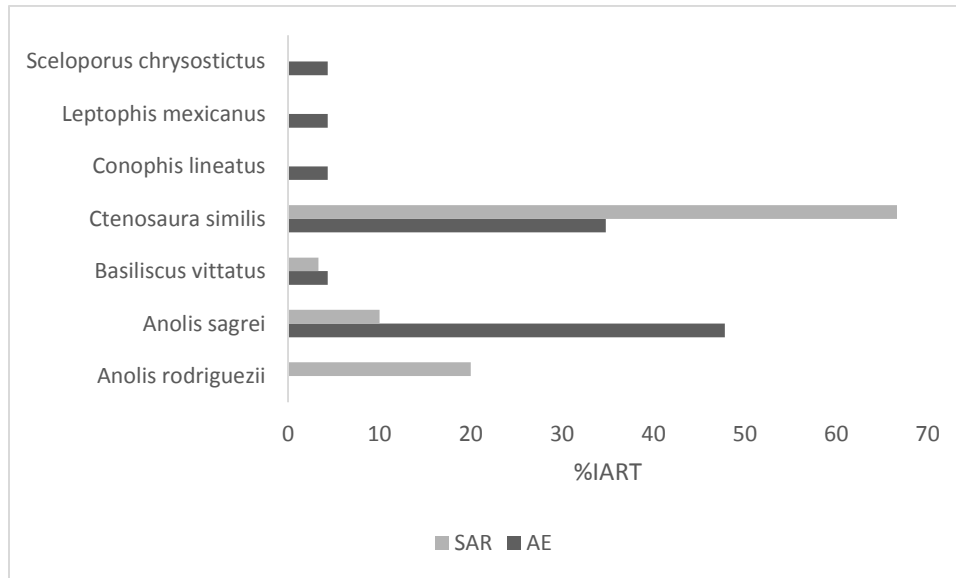


Figura IV. 120. Índice de Abundancia relativa de la Clase Reptilia para el polígono del proyecto y el SAR.

a) Clase mammalia

No se registró ninguna especie de la Clase Mammalia dentro del polígono del proyecto, por el contrario, para el SAR se tuvieron 4 especies de mamíferos, en todos los casos únicamente se tuvo un registro (ver siguiente tabla), todas ellas tienen un valor del IART del 25% (ver siguiente figura).

Tabla IV. 82. Especies de Mamíferos (Chordata: Vertebrata) observadas en el polígono del proyecto y SAR; *ni*= número de individuos de la especie *i* (frecuencia). *N*= número total de individuos, *S*= número de especies.

ID	Especie	Polígono		SAR	
		<i>ni</i>	<i>Pi</i>	<i>ni</i>	<i>pi</i>
1	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	0	0	1	25
2	<i>Cuniculus paca</i>	0	0	1	25
3	<i>Rhogeessa aeneus</i>	0	0	1	25
4	<i>Procyon lotor</i>	0	0	1	25
	N=	0		4	
	S=	0		4	

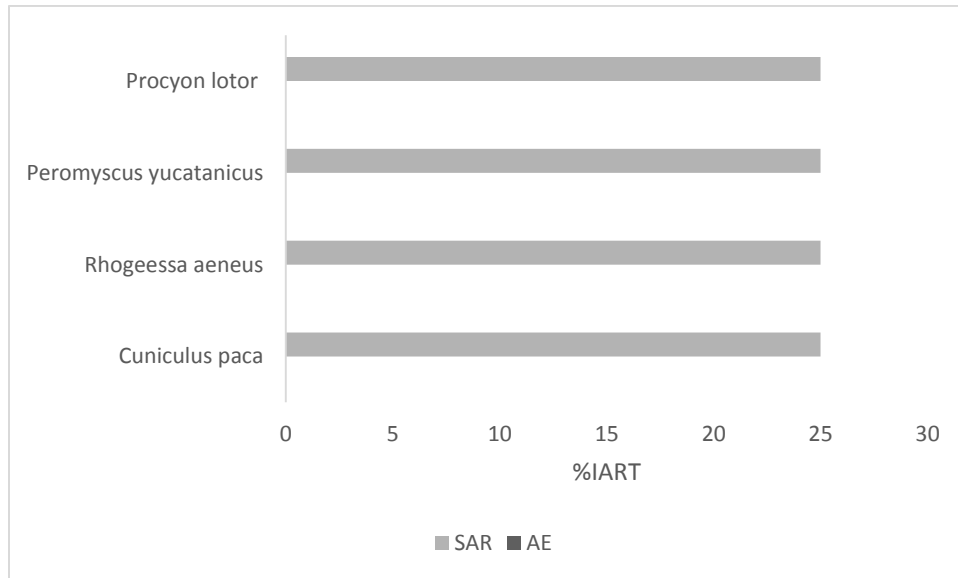


Figura IV. 121. Índice de Abundancia relativa de la Clase Mammalia para el polígono del proyecto y el SAR.

b) Clase Aves

Dentro del polígono del proyecto se registraron 15 especies, así como 101 individuos de la Clase Aves (ver siguiente tabla), de los cálculos del Índice de abundancia relativa, se obtuvo que la especie más abundante corresponde a *Fregata magnificens* que representó el 46.53% de la abundancia relativa total, mientras que la especie *Phalacrocorax auritus* y *Dives dives* representaron el 12.87% y 9.9% respectivamente, las tres especies antes mencionadas suman casi el 70% de las especies registradas dentro del polígono del proyecto (ver siguiente figura **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), el resto de las especies concentran rangos menores al 6%.

En cuanto los transectos realizados en el SAR, se registraron 22 especies con 81 individuos, la especie más abundante en términos de %IART correspondió a *Fregata magnificens* con el 20.98%, la especie *Phalacrocorax auritus* representó el 18.51% y *Pelecanus occidentalis* con 13.58% de abundancia relativa, estas dos especies suman más del 50% de abundancia dentro del SAR.

Tabla IV. 83. Especies de Aves (Chordata: Vertebrata) observadas para el polígono del proyecto y en el SAR; n_i = número de individuos de la especie i (frecuencia), p_i : abundancia relativa de la especie i ($p_i=n_i/N$). N = número total de individuos, S = número de especies

ID	Especie	Polígono		SAR	
		n_i	p_i	n_i	p_i
1	<i>Arenaria interpres</i>	1	0.00990099	1	0.01234568
2	<i>Cathartes aura</i>	0	0	1	0.01234568
3	<i>Catharus ustulatus</i>	0	0	1	0.01234568
4	<i>Charadrius semipalmatus</i>	0	0	4	0.04938272
5	<i>Coereba flaveola</i>	2	0.01980198	0	0
6	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	0	0	1	0.01234568
7	<i>Dives dives</i>	10	0.0990099	2	0.02469136
8	<i>Euphonia affinis</i>	2	0.01980198	0	0
9	<i>Fregata magnificens</i>	47	0.46534653	17	0.20987654
10	<i>Hirundo rustica</i>	0	0	3	0.03703704
11	<i>Icterus cucullatus</i>	1	0.00990099	5	0.0617284
12	<i>Mimus gilvus</i>	6	0.05940594	3	0.03703704
13	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	0	0	2	0.02469136
14	<i>Oporornis philadelphia</i>	0	0	2	0.02469136
15	<i>Ortalis vetula</i>	2	0.01980198	0	0
16	<i>Pandion haliaetus</i>	1	0.00990099	1	0.01234568
17	<i>Parkesia motacilla</i>	0	0	1	0.01234568
18	<i>Parkesia noveboracensis</i>	0	0	1	0.01234568
19	<i>Pelecanus occidentalis</i>	3	0.02970297	11	0.13580247
20	<i>Phalacrocorax auritus</i>	13	0.12871287	15	0.18518519
21	<i>Piranga rubra</i>	0	0	1	0.01234568
22	<i>Pitangus sulphuratus</i>	0	0	1	0.01234568
23	<i>Quiscalus mexicanus</i>	5	0.04950495	2	0.02469136
24	<i>Setophaga magnolia</i>	0	0	5	0.0617284
25	<i>Setophaga palmarum</i>	1	0.00990099	0	0
26	<i>Setophaga petechia</i>	4	0.03960396	0	0
27	<i>Tyrannus melancholicus</i>	3	0.02970297	0	0
28	<i>Vireo flavoviridis</i>	0	0	1	
	N=	101		81	
	S=	15		22	

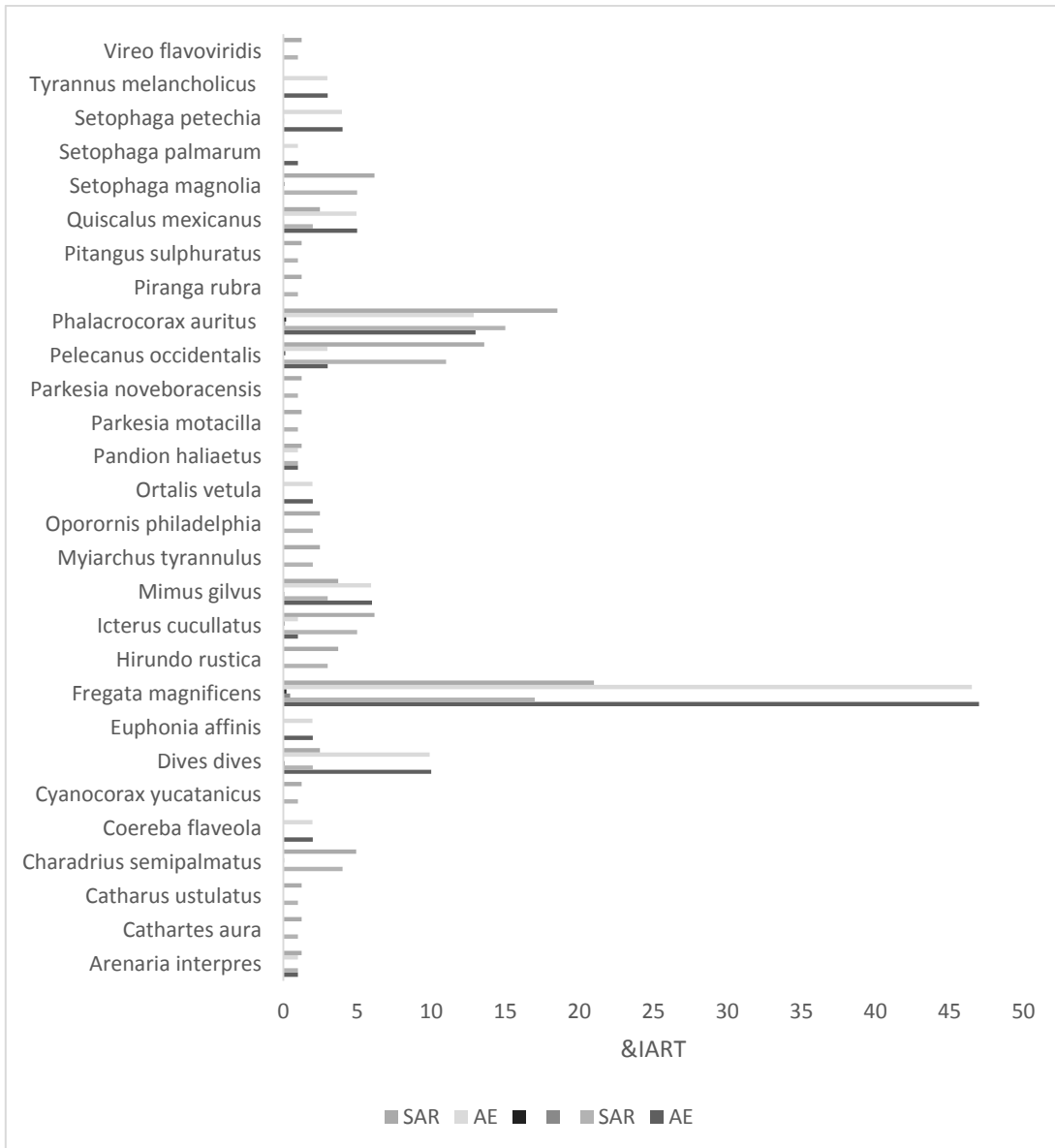


Figura IV. 122. Índice de abundancia relativa expresado en porcentaje de las especies de la clase Aves en el polígono del proyecto y en el SAR.

c) Comparación SAR y Polígono del proyecto

De manera general, se encontró que la riqueza específica de vertebrados terrestres dentro del polígono del proyecto, es menor que la registrada en el SAR con una diferencia de 9 especies.

El número de registros dentro del polígono del Proyecto es mayor a los registros en el SAR, como se muestra en la siguiente figura, sin embargo, no son diferentes significativamente debido a que el esfuerzo de muestreo en fue igual en el SAR y en el polígono del proyecto.

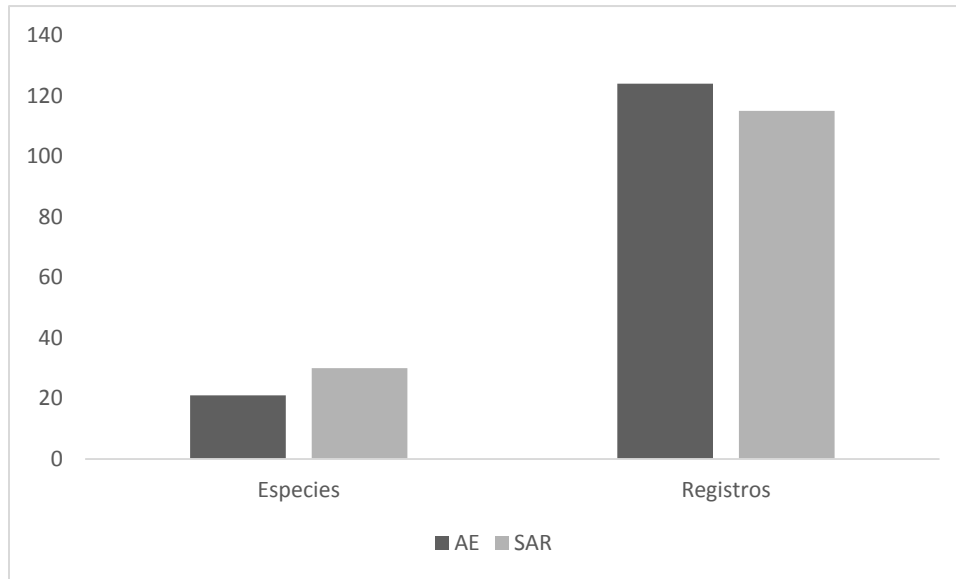


Figura 1. Riqueza específica resultado de los muestreos realizados para el polígono del proyecto y en el SAR.

IV.5.3.7. Índices de diversidad

De acuerdo con los resultados obtenidos, el polígono del proyecto presenta una diversidad media. La clase Reptilia presenta una baja diversidad ($D_{mg} = 1.595$), mientras que la clase de Aves obtiene valores medios ($D_{mg} = 3.034$).

En comparación con lo obtenido en el polígono del proyecto, la clase Reptilia del SAR muestra un valor mayor ($D_{mg} = 1.559$); de la misma manera que para la clase Aves ($D_{mg} = 4.779$). En el caso de la clase Mammalia no se puede realizar una comparación entre el SAR y el polígono del proyecto, ya que este último no registró ninguna especie de mamífero; sin embargo, se sabe que el resultado obtenido para el SAR ($D_{mgf} = 2.164$) corresponde a valores medios de diversidad (ver siguiente tabla).

Tabla IV. 84. Cuadro resumen de los índices de diversidad obtenidos para las 3 clases de vertebrados observados en el polígono del proyecto y en el SAR. 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_{mg}: índice de diversidad de Margalef.

Índice	Polígono			SAR		
	Reptilia	Mammalia	Aves	Reptilia	Mammalia	Aves
<i>S</i>	6	0	15	4	4	22
<i>N</i>	23	0	101	30	4	81
<i>D</i>	0.3573	-	0.2538	0.4956	0.25	0.1135
1-D	0.6427	-	0.7462	0.5044	0.75	0.8865
<i>H'</i>	1.265	-	1.918	0.9358	1.386	2.556
<i>D_{mg}</i>	1.595	-	3.034	0.882	2.164	4.779

En cuanto a los resultados de los índices de diversidad generales (polígono del proyecto y SAR), se puede notar que el polígono de proyecto obtuvo un valor inferior ($D_{mg}=4.149$) al del SAR ($D_{mg} 6.112$). De acuerdo a lo anterior el valor de dominancia ($D= 0.1807$) del polígono del proyecto es mayor que el obtenido para el SAR ($D 0,0903$). En cuanto a la riqueza específica el polígono del proyecto ($S=21$) vuelve a mostrar valores inferiores a los del SAR ($S=30$) (ver siguiente tabla).

Tabla IV. 85. Índices de diversidad obtenidos para los vertebrados observados en el polígono del proyecto y en el SAR. 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_{mg}: índice de diversidad de Margalef.

Índice	Polígono	SAR
<i>S</i>	21	30
<i>N</i>	124	115
<i>D</i>	0.1807	0,0903
1-D	0.8193	0.9096
<i>H'</i>	2.226	2.807
<i>D_{mg}</i>	4.149	6.112

Para probar si las muestras provienen de poblaciones con medias iguales se realizó una prueba *t* de Student a los índices Shannon-Wiener (Hammer, 2013; Moreno, 2001) y de dominancia de Simpson (Hammer, 2013) obtenidos en el polígono del proyecto y en el Sistema Ambiental Regional. En la siguiente tabla, se presentan los estadísticos obtenidos a partir de la prueba *t* de Student.

A lo cual, se encontró que no hay diferencias entre los valores de los índices Shannon-Wiener, es decir la diversidad de vertebrados en el polígono del proyecto y el SAR son similares, pues el valor de t obtenido es menor al de t de tablas, mientras que para el caso del índice de Simpson la prueba t demuestra que ambas localidades demuestran dominancias similares pues el valor de t obtenido es menor al valor de t de tablas (Moreno, 2001) con un valor de significancia de $p < 0.05$ en ambos casos.

Tabla IV. 86. Comparación entre las muestras del polígono del proyecto y del Sistema Ambiental Regional, mediante la prueba t de Student. En el caso del índice de Shannon $p > 0.05$, $t_{0.5(2)g,l} > t$ de tablas existen diferencias en las muestras, mientras que en los valores del índice de Simpson no existe una diferencia significativa $p > 0.05$, $t_{0.5(2)g,l} < t$ de tablas.

	Polígono del proyecto	Sistema Ambiental Regional
Shannon-Wiener (H')		
H' :	2.2765	2.876
Var.:	0.012404	0.01527
P :	0.00055243	
T :	-3.5013	
g.l.:	238.58	
t de tablas:	1.660	
Simpson (D)		
D :	0.18067	0.090359
Var.:	0.00081011	0.00014537
P :	0.0039643	
T :	2.9217	
g.l.:	166.71	
t de tablas:	1.9	

IV.5.3.8. Curvas de acumulación de especies

d) Polígono del proyecto

De acuerdo con las siguientes tablas, donde se compara el número de especies registradas durante el muestreo, las especies estimadas y el porcentaje de eficiencia de muestreo, se encontró que para el estimador Chao 1 se alcanzó una eficiencia de muestreo del 66.49%, sin embargo, de acuerdo con el estimador Chao 2 la eficiencia de muestreo fue de 68.44%

(ver siguiente tabla), de acuerdo con la figura **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, el gráfico de la curva de acumulación de especies solo demuestra la porción ascendente de la curva, iniciando la zona asintótica, lo que sugiere la falta de registros de algunas especies dentro del polígono del proyecto.

Tabla IV. 87. Número de especies observadas y esperadas en el polígono del proyecto.

ssp observadas en polígono	ssp esperadas en polígono		% de eficiencia	
	Chao 1	Chao 2	Chao 1	Chao 2
21	31.58	30.68	0.66497783	0.68448500

En la siguiente figura se muestran las curvas de acumulación de especies para los transectos en el polígono del proyecto.

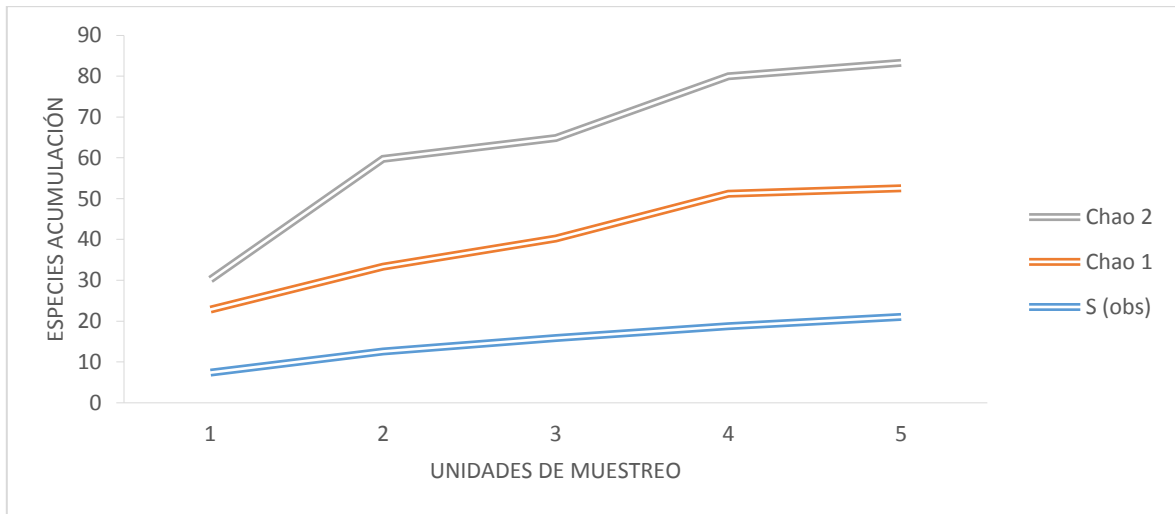


Figura IV. 123. Curva de acumulación de especies para el muestreo realizado dentro del polígono del proyecto.

e) Sistema Ambiental Regional

De acuerdo con las siguientes tablas, donde se compara el número de especies registradas durante el muestreo y las especies estimadas y % de eficiencia de muestreo en el sistema ambiental, para el estimador Chao 1 se alcanzó una eficiencia de muestreo del 59.03%, sin embargo de acuerdo con el estimador Chao 2 la eficiencia de muestreo fue de 77.92% (ver siguiente tabla), de acuerdo con la siguiente figura **Error! No se encuentra el origen de la**

referencia. el gráfico de la curva de acumulación de especies solo demuestra la porción ascendente de la curva, iniciando la zona asintótica, lo que sugiere la falta de registros de algunas especies dentro del SAR.

Tabla IV. 88. Número de especies observadas y esperadas en el SAR.

ssp observadas en el SAR	ssp esperadas en el SAR		% de eficiencia	
	Chao 1	Chao 2	Chao 1	Chao 2
30	50.82	38.5	0.59031877	0.77922077

En la siguiente figura se muestran las curvas de acumulación de especies para los transectos en el SAR.

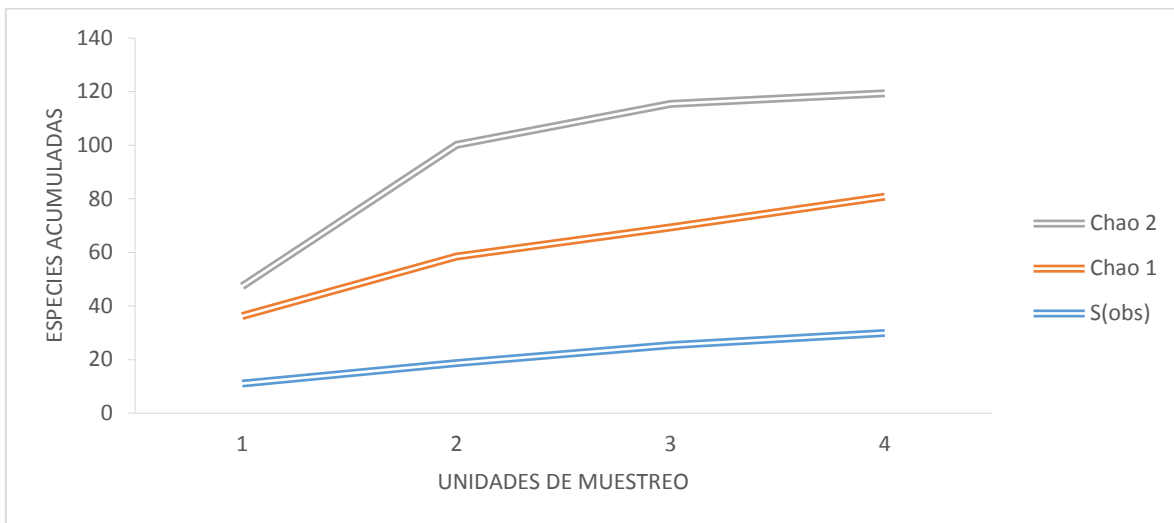


Figura IV. 124. Curva de acumulación de especies para el muestreo realizado dentro del SAR.

IV.5.3.9. Especies de fauna en categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010

Se registraron 2 especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (ver siguiente tabla), correspondientes a las clases Reptilia. En el polígono del proyecto se registraron las especies de reptiles *Ctenosaura similis* y *Leptophis mexicanus*, las cuales de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, se encuentran en el estatus de Amenazadas (A). Mientras que en el SAR solo se registró la especie *Ctenosaura similis*.

Tabla IV. 89. Especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (NOM), observadas en las áreas de muestreo del polígono del proyecto y SAR. Pr= protección especial, P= peligro de extinción, A=Amenazada. NOM-059-SEMARNAT-2010.

CLASE	ESPECIE	COORDENADAS		NOM-059-SEMARNAT-2010	No. De organismos	*AE/SAR
		X	Y			
Reptilia	<i>Leptophis mexicanus</i>	522584	2325757	A	1	AE
	<i>Ctenosaura similis</i>	522434	2325711	A	1	SAR
	<i>Ctenosaura similis</i>	522233	2325635	A	1	SAR
	<i>Ctenosaura similis</i>	522302	2325679	A	1	SAR
	<i>Ctenosaura similis</i>	522314	2325663	A	1	AE
	<i>Ctenosaura similis</i>	522552	2325739	A	2	AE
	<i>Ctenosaura similis</i>	522538	2325751	A	2	AE
	<i>Ctenosaura similis</i>	522468	2325706	A	3	AE
	<i>Ctenosaura similis</i>	522459	2325747	A	3	SAR
	<i>Ctenosaura similis</i>	522530	2325710	A	8	SAR
	<i>Ctenosaura similis</i>	522208	2325587	A	1	SAR
	<i>Ctenosaura similis</i>	522229	2325606	A	1	SAR
	<i>Ctenosaura similis</i>	522257	2325604	A	1	SAR
	<i>Ctenosaura similis</i>	522316	2325630	A	1	SAR
	<i>Ctenosaura similis</i>	522290	2325631	A	1	SAR
	<i>Ctenosaura similis</i>	522283	2325613	A	1	SAR

- En este caso el AE corresponde al polígono del proyecto.

Los registros de especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro polígono del proyecto, corresponden a un manchón de vegetación secundaria arbórea de selva baja subperennifolia aislado y en la zona de playa, cabe resaltar que la especie de iguana reportada en el polígono del proyecto es abundante, sin embargo, solo se tomó en consideración aquellos registros observados dentro de las unidades de muestreo.

En el siguiente mapa (ver siguiente figura), se muestra la ubicación de los organismos pertenecientes a alguna especie enlistada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

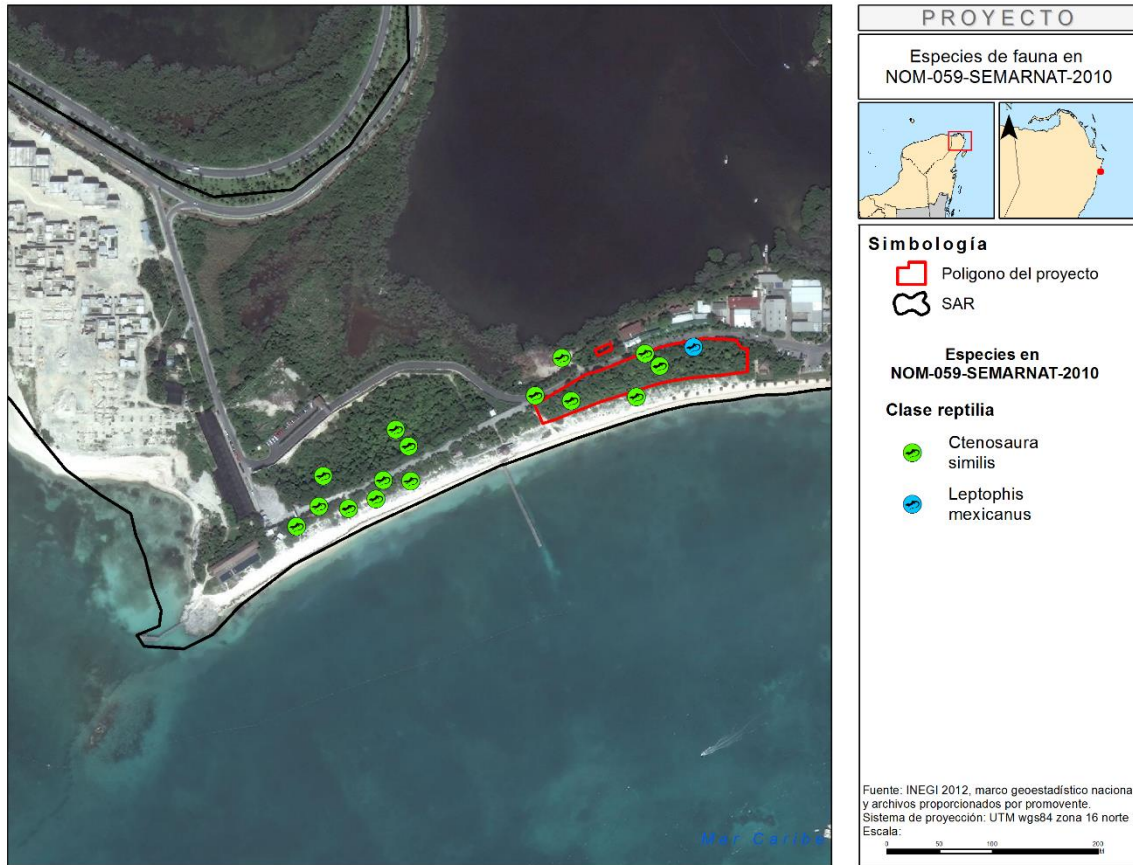


Tabla IV. 90. Distribución de las especies bajo alguna categoría de riesgo en el polígono del proyecto y el SAR.

De acuerdo con el trabajo de campo las dos especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, están catalogadas como especies en categoría de riesgo, no son endémicas y actualmente están representadas en otros estados de la República Mexicana por lo que no son consideradas especies con distribución restringida al área del proyecto o al SAR.

Aunado a esto, como medida de mitigación se proponen los programas de rescate y reubicación de fauna (ver capítulo VII de este DTU) con lo que se busca la conservación de cualquier tipo de fauna silvestre en el polígono del proyecto.

IV.5.3.10. Estacionalidad de aves

Se observaron un total de 28 especies de aves (ver siguiente tabla), de las cuales 13 (46.42%) fueron residentes y 15 migratorias (53.58%). Durante los muestreos dentro del

polígono del proyecto se observaron 15 especies de aves, de las cuales cinco especies (33.33%) son migratorias y 10 especies residentes (66.67%); mientras tanto, en el SAR se registraron 22 especies, de las cuales 14 especies (63.63%) resultaron migratorias y ocho residentes (36.37%), ver siguiente figura.

Tabla 1. Estacionalidad de las aves registradas durante los muestreos de vertebrados silvestres para el polígono del proyecto, M=Migratorio, R=Residente.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ESTACIONALIDAD	*AE	SAR
Aves	Accipitriformes	Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	gavilán pescador	M	X	X
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	M		X
Aves	Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius semipalmatus</i>	chorlo semipalmeado	M		X
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Arenaria interpres</i>	Vuelvepiedras rojizo	M	X	X
Aves	Passeriformes	Cinclidae	<i>Coereba flaveola</i>	reinita-mielera	R	X	
AVES	Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca vetula	R	X	
Aves	Suliformes	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata magnifica	M	X	X
AVES	Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Urraca yucateca	R		X
Aves	Passeriformes	Fringillidae	<i>Euphonia affinis</i>	eufonia garganta negra	R	X	
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Dives dives</i>	tordo cantor	R	X	X
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	bolsero encapuchado	R	X	X
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	zanate mayor	R	X	X
AVES	Passeriformes	Icteridae	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	R	X	X
AVES	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	M		X
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga petechia</i>	chipe amarillo	R	X	
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga palmarum</i>	chipe playero	M	X	
AVES	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga magnolia</i>	Chipe de magnolia	M		X

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ESTACIONALIDAD	*AE	SAR
AVES	Passeriformes	Parulidae	<i>Oporornis philadelphia</i>	Chipe enlutado	M		X
AVES	Passeriformes	Parulidae	<i>Parkesia motacilla</i>	Chipe arroyero	M		X
AVES	Passeriformes	Parulidae	<i>Parkesia noveborasensis</i>	Chipe charquero	M		X
AVES	Passeriformes	Thraupidae	<i>Piranga rubra</i>	Tángara Roja	M		X
AVES	Passeriformes	Turdidae	<i>Catharus ustulatus</i>	Zoarzal de Swainson	M		X
AVES	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Papamoscas tirano	R		X
AVES	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	R		X
AVES	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	R	X	
AVES	Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo flavoviridis</i>	Vireo verdeamarillo	M		X
Aves	Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelicano pardo	R	X	X
Aves	Pelecaniformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax auritus</i>	cormorán orejudo	M	X	X

*En este caso el AE corresponde al área del proyecto.

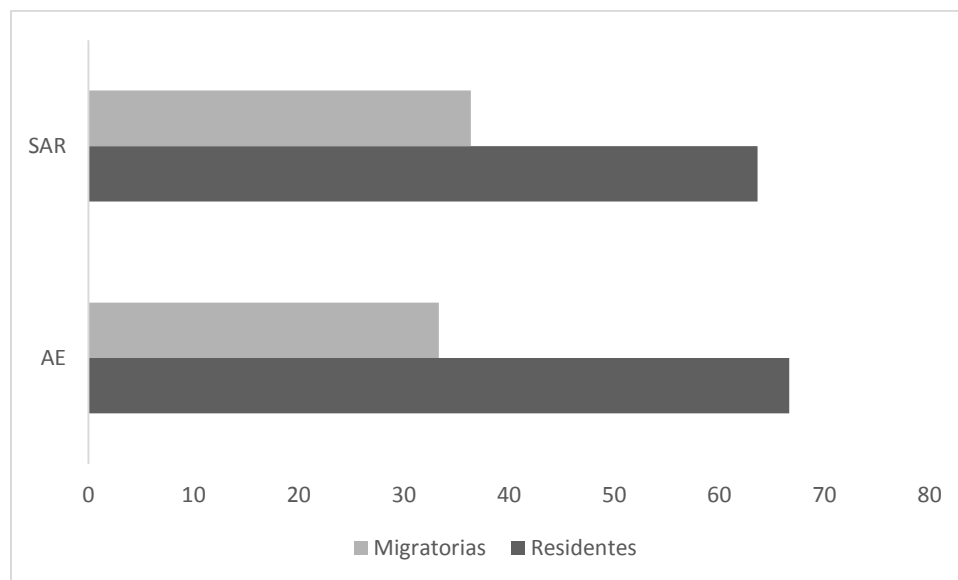


Figura 2. Estacionalidad expresada en porcentaje de las aves registradas en el polígono del proyecto y el SAR.

IV.5.3.11. Madrigueras y nidos

Se georreferenciaron 10 madrigueras dentro del polígono del proyecto (ver siguiente tabla). Las madrigueras presentes en el polígono del proyecto se encontraron vacías al momento de examinarlas, con excepción de una donde se encontraba un ejemplar de *Ctenosaura similis*. No se registró la presencia de nidos en el polígono del proyecto y en el SAR no se registraron madrigueras o nidos.

Tabla IV. 91. Madrigueras georreferenciadas durante el muestreo de vertebrados silvestres en las unidades de muestreo del polígono del proyecto. ID=Identificador.

ID	NOMBRE	Coordenada X	Coordenada Y	AE*	SAR
1	M1	522432	2325701		X
2	M2	522446	2325704	X	
3	M3	522457	2325713	X	
4	M4	522511	2325727	X	
5	M5	522522	2325736	X	
6	M6	522529	2325739	X	
7	M7	522596	2325726		X
8	M8	522459	2325689		X
9	M9	522513	2325739	X	
10	M10	522557	2325794		X

*Corresponde en este caso al polígono del proyecto.

Adicionalmente, se presenta el mapa con los registros georreferenciados (ver siguiente figura), y el catálogo fotográfico de las madrigueras observadas durante los muestreos.



Figura IV. 125. Localización de las Madrigueras registradas en el polígono del predio.

IV.6. Medio socioeconómico

Dentro del presente apartado, se lleva a cabo la descripción de las características del medio socioeconómico donde se localiza el SAR y el polígono de proyecto; sin embargo, debido a que el sitio tiene una fuerte influencia del proceso de urbanización del corredor turístico Cancún-Tulum, es necesario mencionar que las condiciones actuales se ven influenciadas por este, de esta manera la escala de la caracterización en el componente social y económico se presenta desde este punto de vista y a nivel particular del SAR.

Sociedad

El SAR se encuentra dentro del Municipio de Benito Juárez, el cual presentó en el año 2010, una población total de 661,176 habitantes según los resultados del XII Censo General de Población y Vivienda, realizado por el INEGI, de ese total, 334,945 son hombres y 326,231 son mujeres.

Las principales localidades de influencia al SAR, son por una parte Cancún y Alfredo Bonfil (ver siguiente figura). Comparando el número de habitantes para el año 2000 y 2010 en ambos casos se presenta un crecimiento, en Cancún se reportaban 397, 191 habitantes en 2000 mientras que en 2010 fueron 628,306. Para Alfredo V. Bonfil en 2000 había 8, 148 habitantes y en 2010 se reportan 14,900.



Figura IV. 126. Principales zonas urbanas y localidades al SAR de proyecto.

El constante incremento de la oferta hotelera y de la inversión de capitales en proyectos estratégicos de desarrollo urbano, repercute directamente en el crecimiento de la zona urbana. El acelerado crecimiento de poblacional de la ciudad de Cancún se refleja en la necesidad de cada vez mayores y mejores servicios públicos entre los que se encuentra la infraestructura vial. De acuerdo al Plan Municipal de Desarrollo 2005-2008, las vialidades de la ciudad de Cancún superan los 1, 000 km; circulando por ellas un poco más de 110 mil vehículos, que se incrementan significativamente en las temporadas de alta afluencia de turismo nacional. Las vías de comunicación se consideran como un elemento necesario del desarrollo de la ciudad, toda vez que ellos permiten dar accesibilidad al turismo, al comercio y en general a la movilidad urbana (Calderón, J *et al.*, 2012).

IV.6.1. Vías de comunicación

A nivel estatal Quintana Roo se integra a la red nacional de carreteras por medio de autopistas federales con los estado de Yucatán y Campeche, además de las interconexiones con los países de Belice y Guatemala.

La red troncal del corredor Cancún-Tulum se compone por 4 avenidas principales Av. López Portillo – Mérida, Av. Tulum-Aeropuerto, Av. Quintana Roo – Kukulcan y Av. Bonampak – Puerto Juárez. En particular la Avenida Quintana Roo – Kukulcan atraviesa el SAR y polígono de proyecto (ver siguiente figura). Una autopista de 88 km en la parte estatal que comunica a Cancún con Mérida.

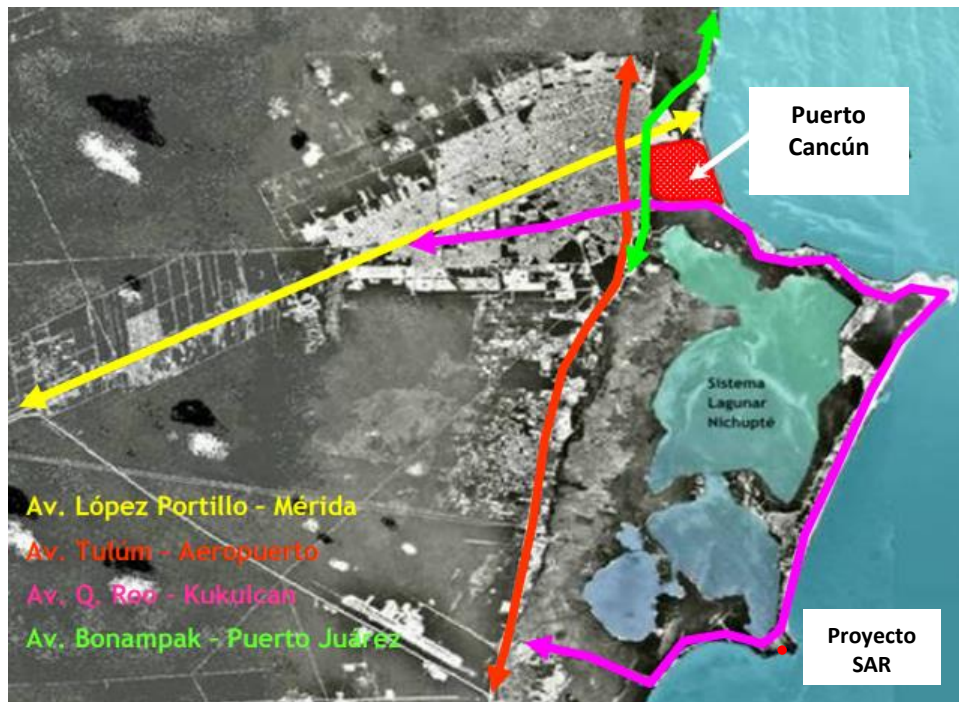


Figura IV. 127. Estructura vial primaria Cancún.

A nivel regional, Cancún se conecta por tres medios:

Terrestre

Por medio terrestre se conecta a través de la carretera 307 (Chetumal – Puerto Juárez) y la carretera 180 (Cancún – Mérida, libre y cuota); a la cual se integran el resto de carreteras principales. A nivel municipio Benito Juárez las principales vías de comunicación del son dos carreteras federales, la Carretera Federal 180 que lo comunica con el oeste, hacia el estado de Yucatán y la Carretera Federal 307 que lo une con el sur del estado de Quintana Roo (SECTUR, 2013).

Aérea

Por medio de la vía aérea Cancún cuenta con un aeropuerto internacional, con dos pistas para operaciones simultáneas que permiten 80 operaciones por hora, siendo el segundo con mayor tráfico aéreo de pasajeros en México y el primero en lo que se refiere a operaciones de vuelos de líneas internacionales. Situado a 20 minutos de la Ciudad y 10 minutos de la zona Hotelera.

Marítima

Los Puertos más cercanos al área del proyecto se localizan los puertos de Punta Sam, Cancún, Puerto Morelos, Playa del Carmen, Punta Venado, Isla Mujeres y Cozumel, que permiten enlazar sus porciones insular y continental.

El Puerto de Cancún, tiene las instalaciones náuticas que permiten el enlazamiento con Isla Mujeres y permite el tránsito de personas entre ambos destinos.

En el área del proyecto, la principal vía de acceso es a través del Boulevard Kukulcán y de ahí a la calle denominada Punta Nizuc, por lo que el proyecto no requerirá de la construcción de vialidades de acceso.

IV.6.2. Servicios urbanos

Luz eléctrica

La energía eléctrica en Quintana Roo esta a cargo por la CFE, la cual genera, transmite, distribuye y comercializa el servicio. Su infraestructura principal es con base en seis centrales generadoras; de las cuales dos se localizan en Benito Juárez en la ciudad de Cancún y tienen una capacidad de 102 Mw y 88 Mw (PDUCP, 2014-2030).

Según datos de la CFE al año 2011, la infraestructura en la zona de los municipios Benito Juárez e Isla Mujeres, cuenta con 18 subestaciones de distribución, 12,515 km de línea

eléctrica, 96 circuitos de media tensión, 10,117 transformadores de distribución, 3,283 transformadores particulares, 1 servicio en alta tensión.

Del total de energía eléctrica que se consume en Cancún mes con mes, la mitad es en la zona hotelera que alberga un total de 143 hoteles, cifra que tiene registrada la Comisión Federal de Electricidad (CFE), así mismo, mes con mes en Cancún se consume alrededor de 120 mil megawatts, de los cuales 59 mil megawatts los consume la zona hotelera, lo que representa un 47%.

Agua

Las fuentes de abastecimiento del agua para el Centro de Población de Cancún provienen de baterías de pozos localizadas al poniente de la ciudad, que por acueductos localizados al costado de la carretera Cancún – Mérida, la Avenida José López Portillo, el Boulevard Luis Donald Colosio y el Boulevard Kukulkán, conducen el agua hacia las diversas zonas de la ciudad.

A la fecha se han invertido más de 2,158 millones de pesos en la prestación del servicio de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Se ha logrado incrementar la cobertura de agua potable al 100% (más de 210 millones de litros al mes, con un consumo promedio diario por habitante de 230 l), además de lograr el tratamiento del 100% de las aguas recolectadas (DHC-AGUAKAN, 2014).

En la zona turística, AGUAKAN ofrece el suministro de agua potable de manera completa y eficiente, alcanzando una cobertura del 100% en abasto de agua potable y sistema de alcantarillado; es importante señalar, que los escasos usuarios de este sector consumen un porcentaje importante del agua potable producida por la empresa (Bitrán, 1999).

Actualmente existen en Cancún 2, 337 km de tuberías exclusivas para abastecer a la ciudad, donde el 70 % se encuentran en buen estado y funcionando, en cuanto a la antigüedad de la tubería de abastecimiento en el SAR y polígono de este proyecto es de

35-45 años hecho de polietileno de alta densidad presentando fugas repentinas (DHC-AGUAKAN, 2014).

Drenaje

El municipio de Benito Juárez cuenta con 188,522 hogares, de los cuales 176,455 cuenta con servicio de drenaje y 157 mil 644 hogares cuentan con agua entubada (Plan Quintana Roo, 2011). Para la ciudad de Cancún, la cobertura de alcantarillado es del 100%.

Así mismo, la infraestructura para recolectar y tratar las aguas residuales constaba en 2013 de 1,487 km de alcantarillas o drenaje sanitario y 60 cárcamos de aguas negras en la ciudad de Cancún para enviar las aguas negras a las plantas de tratamiento.

Para el año 2013, la ciudad de Cancún contaba con 10 plantas de tratamiento en funcionamiento, 7 bajo responsabilidad de la concesionaria AGUAKAN y 3 a cargo de FONATUR.

En la Zona Hotelera de Cancún se tienen 10 zonas con cárcamos y estaciones de bombeo, para dirigir la materia hacia las plantas de tratamiento mencionadas con anterioridad. El resto del centro de población cuenta con 52 unidades. Los pozos de visita de colector se localizan en el área centro con un total de 24 unidades (PDUCP, 2014-2030).

Existen zonas de la parte norte, sur y poniente de Cancún que no disponen de este servicio y se conectan a fosas sépticas o realizan su disposición al aire libre, principalmente en las zonas de asentamientos irregulares y Alfredo V. Bonfil.

Manejo y disposición de Residuos sólidos

La basura es uno de los problemas que más aquejan a toda la península de Yucatán, principalmente porque la técnica más utilizada para la disposición y confinamiento de los residuos sólidos municipales es a través de rellenos sanitarios. La implementación de este tipo de sistemas es costosa; asimismo implica un análisis para la elección de los sitios de ubicación.

Datos arrojados por la Solución Integral de Residuos Sólidos Urbanos, Cancún-SIRESOL (2014), explica la capacidad del CIMIRS (Centro Intermunicipal para el Manejo de Residuos Sólidos) 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 construcción de infraestructura para el confinamiento de residuos sólidos urbanos (RSU) operado con la técnica combinada de trinchera y área. En sus etapas posteriores será operado bajo el esquema de relleno sanitario seco, lo que permitirá un aumento en la vida útil de las celdas de relleno sanitario.

Para la disposición final de los residuos sólidos generados en el centro de población e Isla Mujeres, se tiene un Relleno Sanitario localizado a 3.5 km de Rancho Viejo al norte de la ciudad en la parcela 1,113 del ejido de Isla Mujeres, este recibe alrededor del 85% de los residuos del municipio. Ante el inminente cierre de dicho, los Municipios de Isla Mujeres y Benito Juárez han acordado utilizar una superficie localizada en terrenos de Isla Mujeres (PDUCP, 2014-2030).

El municipio de Benito Juárez en el 2006 registró una generación de residuos domiciliario de 408 Ton/día y residuos de otras fuentes como hoteles y restaurantes se refieren a 491 Ton/día, implicando un total de 900 Ton/día (Colegio de Biólogos de Quintana Roo, A.C., 2006).

IV.6.3. Actividades económicas

Turismo

El estado de Quintana Roo es el estado que percibe mayores ingresos por el sector turístico en el país. Las actividades terciarias entre las que se encuentra el comercio y hoteles aportan 85% al PIB en 2009 y 2.0% al PIB Nacional (SEDESOL/IMPLAN, 2011). En 2012 Quintana Roo captó 38.9% del total de divisas ingresadas al país por turismo un total de 4,954.39 millones de dólares (SEDETUR, 2013).

Este desarrollo turístico se planificó en tres grandes etapas, la primera se habilitó entre Playa las Perlas y punta Cancún, donde su período de construcción fue de 1975-1978. La segunda etapa se realizó entre las Puntas Cancún y Nizuc y se efectuó en dos fases: de 1978 a 1980 (lugar donde se localiza el SAR y polígono de este proyecto), la oferta hotelera, fundamentalmente, cubrió la superficie comprendida entre las playas Marlín y Ballenas hasta alcanzar en 1992 el límite sur de la citada Isla. El establecimiento de la reserva ecológica, el aviario y el criadero de tortugas, a realizarse en la tercera fase, ha permanecido hasta el presente tan sólo como un proyecto (FONATUR, 1990).

En la actualidad Cancún recibió en el año 2012 una afluencia de turistas de más de 2 millones de personas, lo que incremento en Julio del 2013 un poco más de 2 millones y medio (ver la siguiente Tabla).

Figura IV. Afluencia de turistas en el Caribe Mexicano SEDETUR, 2013.

Destino	Turistas Enero-Julio		Diferencia %
	2012	2013	
Cancún	2, 192,909	2,515,014	14.7
Cozumel	248,982	283,232	-0.6
Chetumal	275,406	260,482	-5.4
Isla Mujeres	115,292	192,723	67.2
Riviera Maya	2,386,254	2,533,074	6.2
Estado	5,254,843	5,784,525	10.1

De acuerdo a las cifras oficiales que maneja SEDETUR (2013) Cancún cuenta con 145 hoteles y 30,608 cuartos. En cuanto al gasto medio en materia turística el destino Cancún aportó por visitante 1,081.18 dólares en julio 2013.

A escala del SAR, es en el año de 1976 cuando la cadena hotelera llegó a México con la apertura de Club Med Cancún, en una zona privilegiada frente al Gran Arrecife Maya y la laguna Nichupté, el hotel de 376 habitaciones fue adaptándose con nuevos proyectos como Aguamarina (ver la siguiente figura).



Figura IV. 128. Construcción Club Med a la izquierda año 1975 y derecha termino proyecto.
(Fuente: cmcancunreview).

Pesca

De acuerdo a datos del Anuario estadístico de Quintana Roo 2010 INEGI, a finales del 2009 se tenía un total de 164 permisos vigentes para ejercer pesca comercial, en el municipio de Benito Juárez en el año de 2010 el total de producción fue 23 mil 557 kg de los cuales 788,536 kg de escama y 235, 021 kg de camarón. El proyecto no se emplazará dentro del medio marino, ni aprovechará los recursos del mismo, por lo que no implica ningún tipo de competencia por el recurso pesquero.

Agricultura

El municipio de Benito Juárez cuenta con 225 unidades de producción en riego 27 y 212 de temporal y en superficie agrícola de las unidades de producción (hectáreas) de 3,310, en riego 25 y de temporal 3,056 (INEGI, 2007), la agricultura está orientada al cultivo básico de maíz, frijol, sorgo, jitomate y frutales para satisfacer la demanda de las familias locales, aunado a pobres condiciones de suelo como suelos pedregosos de poca profundidad y drenaje rápido y la falta de infraestructura de riego. El proyecto no se emplazará en las

áreas dedicadas al desarrollo agrícola por lo que no implicará modificación alguna en estos agrosistemas.

IV.6.4. Problemáticas sociales

A nivel nacional, la estructura urbana de la macro región 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 Cancún, Mérida, Villahermosa o ciudad de Carmen, que a su vez generan presiones sobre el entorno social, económico y natural, con lo que se reducen posibilidades de un desarrollo urbano sustentable.

En México actualmente la mayoría de los destinos turísticos como Cancún, están sufriendo importantes cambios no sólo en sus ecosistemas costeros y marinos, sino también en su patrimonio histórico y cultural. El crecimiento acelerado de la ciudad, ha dado paso a dualidades espaciales y brechas sociales que se expresan como desfaes y distorsiones de una urbanización incontrolable.

Los resultados respecto al municipio de Benito Juárez muestran que el 28.41% de su población vive en condiciones de marginación alta a muy alta, esta situación se liga de manera muy importante con los asentamientos irregulares, los cuales con el paso del tiempo han ido integrando a las áreas urbanizadas (Calderón, J *et al.*, 2012).

IV.6.5. Localidades indígenas

La zona de Quintana Roo fue asiento del pueblo maya conocido como Iztaes, provenientes del sur del país y quienes fundaron Siyancaan Bakhahal hacia el año 435 A.C y Chichen Itzá entre los años 495 y 514 D.C.

La posición geográfica de Cancún fue lo que permitió tener un papel preponderante en el intercambio comercial, no sólo con los puertos de la península de Yucatán sino también con sitios lejanos como Naco en Honduras, y Xicalango en la costa del Golfo de México.

Con la llegada de los españoles, es que los grupos indígenas mayas se tuvieron que replegar tierra adentro y abandonar buena parte de sus antiguos puertos.

Quintana Roo es también la segunda entidad del país donde más nacimientos se registran de familias indígenas revela el INEGI (2010). En el municipio de Benito Juárez, los habitantes que hablan alguna lengua indígena son 61,190 que constituyen el 11% de la población total municipal (INEGI, 2010). La mayoría de estas personas hablan también español, y sólo 218 habitantes no hablan español, su única lengua es la indígena lo que representa el 1% de la población.

A nivel estatal, la lengua predominante de la población indígena es la maya 86% y 2.7% Tzotzil (INEGI, 2010), sin embargo el grado de concentración de población indígena 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 día varios de los pobladores indígenas se ven atraídos hacia las localidades del municipio debido a la oferta de empleos para la actividad turística; la mayoría son migrantes atraídos de sus lugares de origen por ofertas de trabajo, principalmente en la construcción.

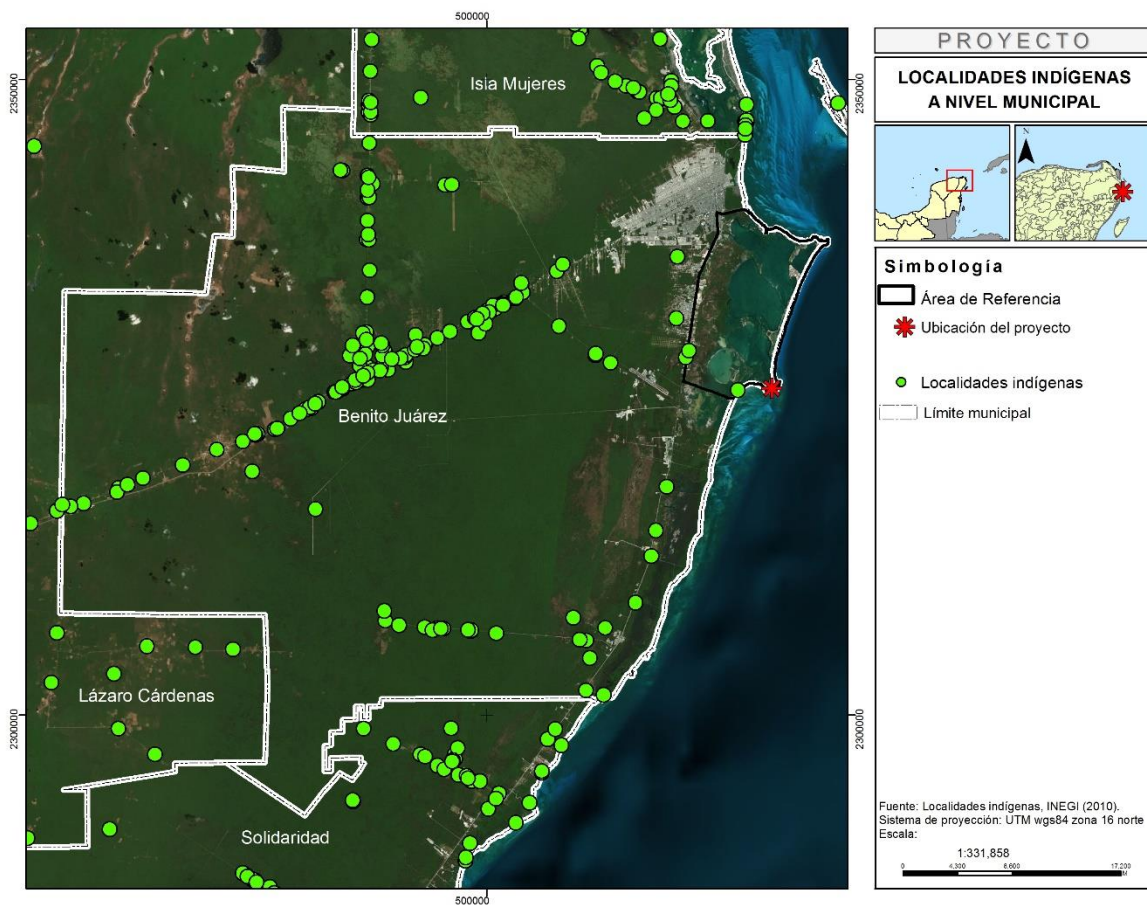


Figura IV. 129. Localidades indígenas a nivel municipal.

La localidad más cercana al proyecto es Península Resort y se localiza a una distancia de 2.5 km, por lo que el proyecto no afectará en las actividades, costumbres, ni en el desarrollo de las localidades indígenas.

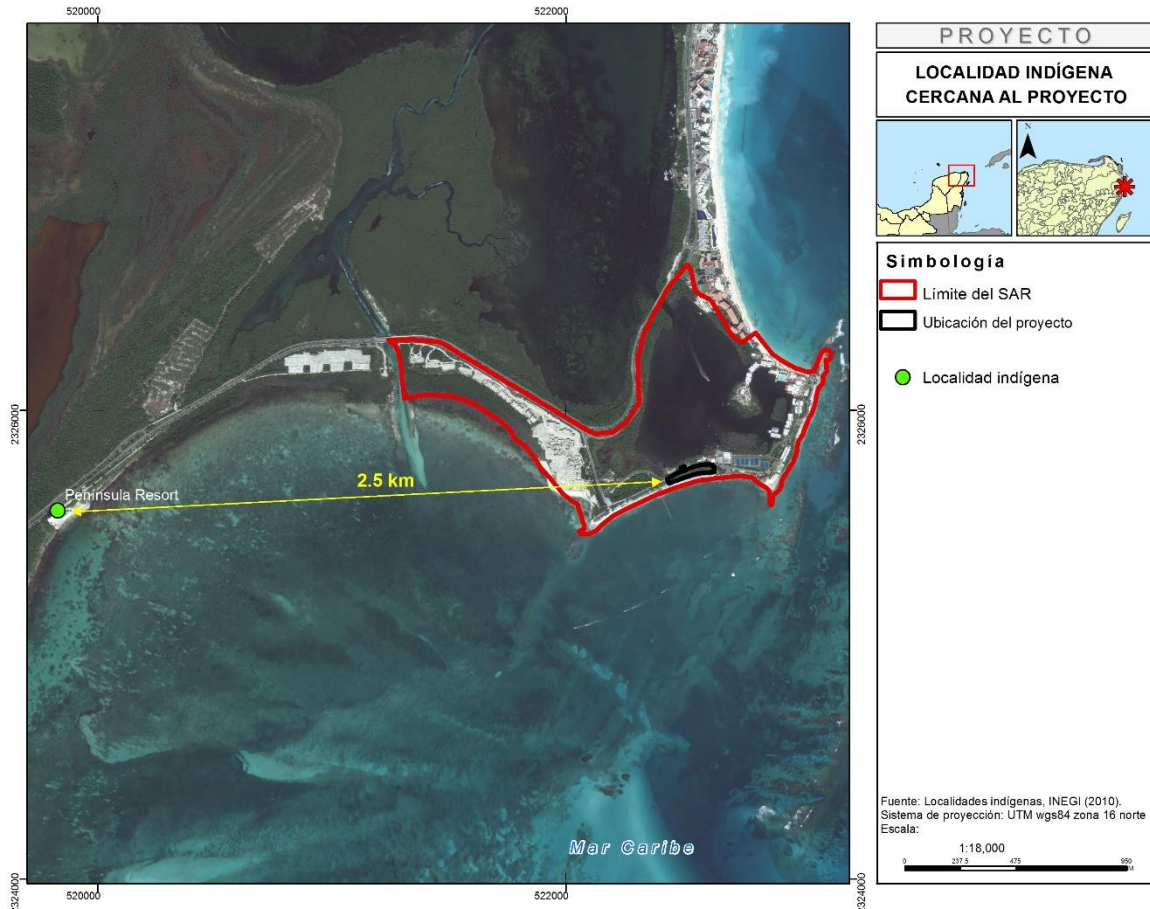


Figura IV. 130. Distancia del proyecto con respecto a las localidades indígenas.

IV.6.6. Sitios arqueológicos

En la zona hotelera de Cancún existen 6 puntos con ruinas arqueológicas mayas, 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 Cancún (km 9), los templos en el campo de Golf Pok Ta Pok en el km 7.5 y el montículo ubicado en el lote Villas Tacul en el km 5.8, entre los hoteles Riu Caribe Cancún y Dos Playas (Cancún. El Rey, Ruinas Arqueológicas, 2009).

El Rey es una de las zonas arqueológicas más importantes de Cancún fue hasta el período Posclásico tardío (1200-1550 d.C) que llegó a su etapa de crecimiento más importante, se

creo que el Rey junto con San Miguelito conformaban el área nuclear de un poblado dedicado al comercio marítimo y actividades pesqueras (INAH, 2016).

San Miguelito es el nombre que se daba al antiguo rancho coprero que funcionaba entre los años 1950-1970 en esta área. Se trata de un asentamiento que formó parte del antiguo cacicazgo de Ecab, que tuvo como principales actividades económicas, la pesca, la agricultura, la producción de sal, miel, copal y algodón, que se comercializaban en una compleja red que se desarticuló a mediados del siglo XVI con la llegada de los españoles a la Península de Yucatán (INAH, 2016).

La ubicación de cada uno de los sitios arqueológicos se muestra en la siguiente figura.

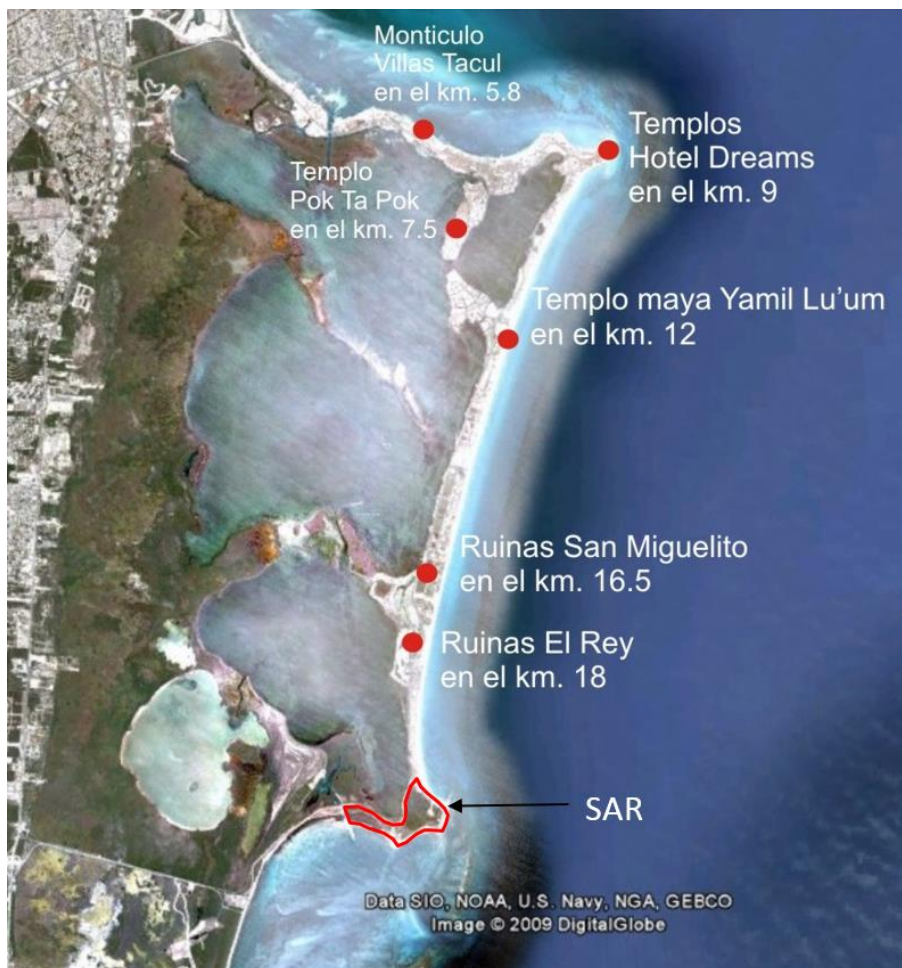


Figura IV. 131. Ubicación de los sitios arqueológicos en Cancún.

Fuente: Cancún. El Rey, Ruinas Arqueológicas (2009).

El nombre de *El Rey* proviene de una escultura que pareció como un monarca, la cabeza de la cual se conserva en el Museo Arqueológico de Cancún. Está formado por 47 estructuras que tuvieron funciones religiosas y profanas.

En el caso del proyecto propuesto, este no se emplaza cerca del sitio arqueológico, pues guarda una distancia de 2.6 km aproximadamente, por lo cual no alterará dichas zonas arqueológicas.

Vestigios arqueológicos

Adicional a las zonas arqueológicas, también se han encontrado en Cancún restos de vestigios arqueológicos, es decir restos de objetos materiales, que han sido rescatados para su conservación.

En la siguiente figura se puede observar los vestigios arqueológicos en el centro de población de Cancún. Los más cercanos al proyecto son Punta Nesuc, Tuch Kaknab y Río Inglés.

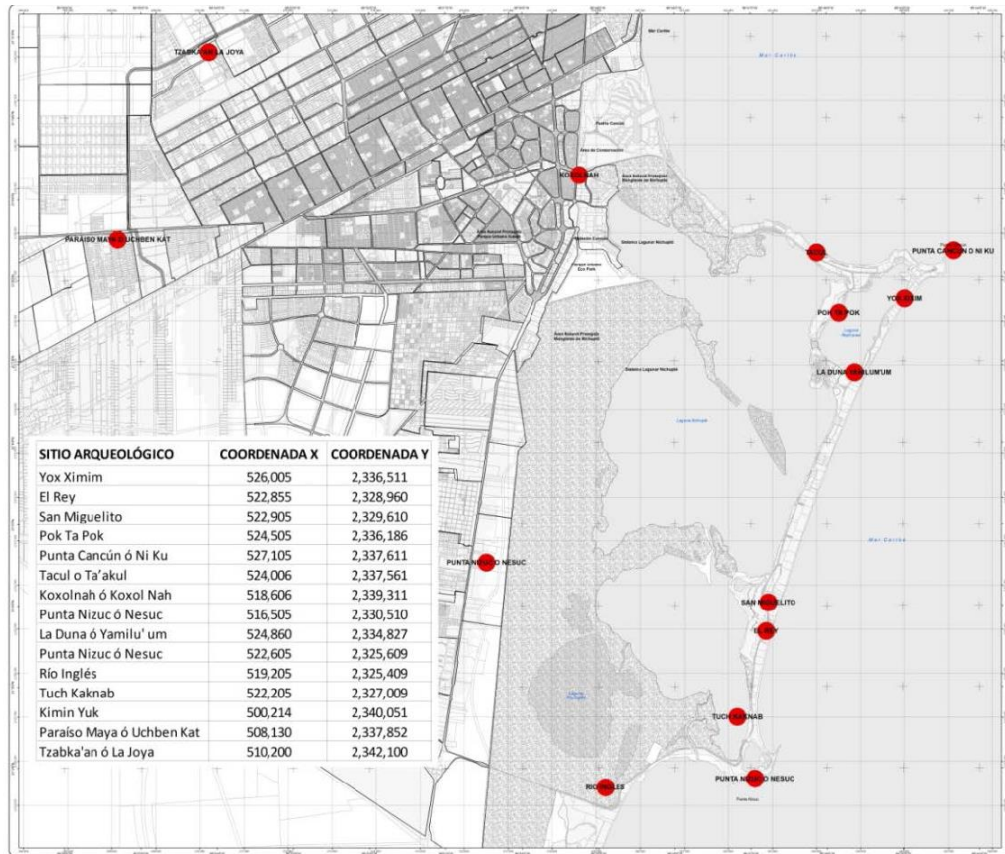


Figura IV. 132. Localización de vestigios arqueológicos en el centro de Población de Cancún.

Fuente: CONACULTA. Delegación del INAH en Quintana Roo (2013).

El vestigio arqueológico más cercano al predio del proyecto se denomina Punta Nizuc o Nesuc. Es un vestigio que se encontró dentro del medio marino, constituye parte del Patrimonio sumergido en la península de Yucatán. El proyecto se localiza en el medio terrestre por lo que no implica la interacción con el medio marino, por lo tanto no se prevé alteración alguna en los vestigios arqueológicos existentes para la región.

IV.7. Línea Base

De acuerdo con estudios que han sido previamente elaborados para el predio vecino del presente proyecto, se tiene que el origen del agua subterránea en la capa de las calizas arrecifales 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 (localizados en la zona más superficial y es donde se localiza el acuífero local o colgado) 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, que se han llevado a cabo en un predio vecino al predio del presente proyecto.

La capa de calcarenita debido a que solo se alimenta de las precipitaciones *in situ*, no 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.

Con respecto a los valores de potencial hidráulico, litología y comportamiento hidráulico indican que el agua subterránea del acuífero regional no tiene conexión hidráulica con el agua superficial que conforma el sistema lagunar Nichupté y por lo tanto de la Laguna La Caleta. De esta forma se puede afirmar que la zona del predio del proyecto no conforma una zona de recarga al acuífero regional, por lo tanto, la urbanización de la zona no pone en peligro la recarga subterránea del acuífero regional y además 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.

En la siguiente tabla se resume el diagnóstico para cada uno de los procesos existentes en el Área de Referencia y en el SAR del proyecto.

Tabla IV. 92. Diagnóstico del SAR.

Proceso	Funcionalidad o servicio ambiental que ofrece	Diagnóstico
<p>Proceso hidrodinámica lagunar</p>	<p>Provisión de agua en cantidad y calidad superficial</p>	<p>El sistema lagunar de Nichupté representa el Área de Referencia del proyecto, ya que es el que permite entender la dinámica de funcionamiento de intercambio de las corrientes al interior del sistema.</p> <p>La barra somera que divide a la laguna de Nichupté en dos grandes cuerpos de agua, es lo que define una diferenciación del patrón de circulación de las corrientes al interior de cada una de las lagunas.</p> <p>El viento representa el principal mecanismo que ejerce una mayor intensidad y velocidad de las corrientes litorales, esto es visible en la Laguna Norte de Nichupté y en la Laguna de Bojorquez, a diferencia de la Laguna Nichupté Sur, Laguna del Inglés y de la Laguna La Caleta, donde se reducen considerablemente la velocidad de la corriente.</p> <p>El SAR y en particular la Laguna Caletilla presenta una buena calidad del agua en comparación con la parte norte del sistema lagunar y de la laguna de Bojorquez; esto se debe a dos factores: la baja densidad de desarrollo turístico en la barra litoral de Punta Nizúc; y el segundo factor es la baja influencia de las corrientes litorales que ingresan por punta Nizúc.</p> <p>Durante el mes de septiembre con el ingreso de las corrientes litorales a través del canal de Punta Nizúc, es cuando se presentan los mayores niveles de salinidad en la laguna la Caleta (SAR).</p>
<p>Proceso hidrológico subterráneo</p>	<p>Provisión de agua en cantidad y calidad vía subterránea.</p>	<p>A escala del SAR el acuífero local o acuitardo solo se alimenta de las precipitaciones <i>insitu</i>, así como de los eventos hidrometeorológicos extremos. Por lo que el acuífero regional no tiene contacto con el acuífero local que se localiza en el SAR del proyecto.</p>

Proceso	Funcionalidad o servicio ambiental que ofrece	Diagnóstico
		<p>La alta capacidad de infiltración del suelo favorece al proceso de recarga del acuífero local, sin embargo este último también es vulnerable por la infiltración de contaminantes al subsuelo, los cuales llegan de forma casi inmediata al acuífero.</p>
<p>Proceso edafológico</p>	<p>Es el sostén de organismos vivos, así como de los nutrientes para la vegetación.</p>	<p>En la península de Yucatán los suelos son de reciente formación, esto se refleja en la presencia de los suelos delgados, de bajo desarrollo, así como relativamente pobres.</p> <p>El suelo representa un componente vulnerable debido a que la pérdida de vegetación implica una exposición del suelo ante la generación de contaminantes.</p> <p>A escala del SAR el suelo encuentra en buen estado de conservación ya que se mantiene íntegro y sin la intervención del hombre.</p>

Proceso	Funcionalidad o servicio ambiental que ofrece	Diagnóstico
Relieve	Resguardo en la estabilidad del ecosistema	<p>El afloramiento rocoso se encuentra estable y con baja intervención humana a excepción de los desarrollos hoteleros ya existentes, sin embargo aun con la presencia del turismo sobre esta unidad del relieve, no existe algún desequilibrio debido a que se ha respetado la topografía del relieve sin alterar su función.</p> <p>La importancia y función de esta unidad es que representa un elemento de resguardo para los ecosistemas que se localizan al interior en la zona continental y de la laguna Caletilla.</p>

En cuanto a los componentes bióticos analizados para el presente proyecto indican, en términos ambientales, que este se encuentra con cierto deterioro, al ser el área del proyecto un fragmento de la vegetación que originalmente se distribuía en ese lugar.

Como se evidencio en apartados anteriores, la principal causa de fragmentación han sido las actividades humanas de la zona, principalmente desarrollos turísticos, caminos y carreteras, que ha originado, de acuerdo con los muestreos realizados, que la abundancia relativa y riqueza de especies sea considerada baja, lo cual representa un grado muy despreciable de conservación, respecto al SAR.

Las actividades del trabajo de campo de la vegetación presente en el SAR, indican que esta corresponde a matorral costero, vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia y vegetación de manglar. En cuanto a los usos de suelo, los cuales representa la mayor superficie del SAR, son un cuerpo de agua y el desarrollo antrópico. El esfuerzo de muestreo en el polígono del proyecto, indica que este presenta únicamente vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperenifolia, por lo que se aclara que el desarrollo del proyecto no afectara la vegetación de manglar presente, así como las

comunidades de matorral costero que fueron identificadas durante el trabajo de campo en el SAR.

Al ser el polígono del proyecto un fragmento de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, no presenta relaciones con el resto de los tipos de vegetación presentes en el SAR (matorral costero, vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia y vegetación de manglar), por lo que los componentes, procesos y funcionalidad de la vegetación se mantendrán. Esto se justifica ya que el polígono del proyecto al ser un remanente de vegetación de selva mediana subperennifolia, no quiere decir que es el único con esas características ecológicas en el SAR, por lo que las características ecológicas que brinda esta vegetación seguirán presentes.

De acuerdo con el trabajo de campo en el SAR se registraron 21 especies de flora, de las cuales 10 se encuentran en vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, para el polígono del proyecto únicamente fueron registradas 5 especies, las cuales también están representadas en el SAR. La única especie en NOM-059-SEMARNAT-2010 registrada en el proyecto es *Thrinax radiata*, misma que también fue registrada en el SAR, por lo que la modificación de la cobertura forestal en el polígono del proyecto, no estaría afectando especies exclusivas, además de que se aplicarán los respectivos programas de rescate y reubicación de especies, con lo que se busca disminuir los impactos generados a la biodiversidad.

En el caso de la fauna, para el polígono del proyecto se registró un total de 21 especies contenidas en dos clases (reptilia y aves), siete órdenes, 18 familias, y 20 géneros, y es importante resaltar que no se registró la presencia de la clase mammalia o amphibia. En cuanto a la fauna registrada en el SAR, este incluye un total de 30 especies, tres clases, nueve órdenes, 24 familias y 28 géneros, y tampoco se registró la presencia de la clase amphibia, pero sí de la clase mammalia. De acuerdo con el trabajo de campo, el SAR y el polígono del proyecto comparten 12 especies de las cuales 9 son aves y 3 son reptiles, lo que indica que la mitad de la fauna en el polígono del proyecto está representada en el SAR, esto de acuerdo con los resultados, sin embargo es probable que todas las especies

registradas en el polígono del proyecto estén representadas en el SAR, debido a que este presenta una mayor superficie de la vegetación de la que se pretende modificar.

En cuanto a especies de fauna en categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el polígono del proyecto solo se registró a *Ctenosaura similis* y *Leptophis mexicanus*, ambas en categoría de amenazadas y pertenecientes a la clase reptilia. En el caso del SAR solo se registró la especie *Ctenosaura similis*, misma que de acuerdo a la evidencia en campo es sumamente abundante. Actualmente ambas especies en NOM-059-SEMARNAT-2010, presentan una distribución en diferentes estados de la república y no son consideradas especies endémicas de México.

Respecto a las madrigueras presentes en el polígono del proyecto son ocupadas por *Ctenosaura similis*, y cabe destacar que no se registró la presencia de nidos en el polígono del proyecto, por lo que se podría decir los registros de aves en el área, puede ser como zona de paso o de alimentación.

La biodiversidad y los servicios ambientales que se presentan en el polígono del proyecto representan un conjunto de condiciones y procesos naturales que ofrecen las áreas con vegetación por su simple existencia. Los servicios ambientales que se originan en el polígono del proyecto son el aprovisionamiento de hábitats para la protección de la biodiversidad, conservación del suelo, recarga del acuífero, captura de carbono, regulación de clima y generación de oxígeno. Debido a esto fue necesario valorar la importancia de los servicios ambientales e implementar medidas de mitigación acordes al cambio de uso de suelo solicitado y no se comprometa la biodiversidad a nivel SAR, no incremente o provoque la erosión del suelo y no origine la disminución o la calidad del agua entre otros.

El resultado en conjunto de la afectación de los servicios ambiental en el polígono del proyecto se consideró bajo, ya que la superficie del proyecto con respecto al SAR es muy pequeña, por lo que se considera que la funcionalidad de los servicios ambientales se mantendría al no ser significativo el cambio de uso de suelo en el SAR establecido, el

segundo punto es la implementación de medidas de mitigación como los programas de rescate y reubicación de flora y fauna los cuales pretenden la protección y conservación de especies de importancia ecológica o incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como el establecimiento de una superficie destinada a áreas verdes, establecidas con especies nativas, para recuperar la capacidad de infiltración de agua, evitar la erosión de suelo y por lo tanto se reactive regulación de los diversos ciclos biogeoquímicos presentes en el polígono del proyecto.



CAPÍTULO V

IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS
IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA
AMBIENTAL REGIONAL

Contenido

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL	3
V.1. Introducción	3
V.2. Identificación de impactos ambientales	6
V.2.1. Identificación de obras y actividades del proyecto susceptibles de producir impactos ambientales	7
V.2.2. Identificación de las afectaciones producidas por las actividades y obras del proyecto.	8
V.2.3. Identificación de los componentes ambientales susceptibles de recibir impactos ambientales	11
V.2.4. Identificación de las interacciones proyecto - ecosistema	14
V.2.5. Denominación de los impactos ambientales	17
V.3. Evaluación de impactos ambientales	18
V.3.1. Determinación de la importancia	19
V.3.2. Determinación de la magnitud	23
V.3.3. Matriz de la Importancia y Magnitud de impactos ambientales	24
V.3.4. Determinación de la significancia de los impactos ambientales	26
V.4. Descripción y análisis de los impactos ambientales	28
V.4.1. Pérdida de suelo	28
V.4.2. Contaminación del suelo	30
V.4.3. Alteración al afloramiento rocoso	31
V.4.4. Contaminación del agua subterránea	32
V.4.5. Alteración al confort sonoro	33
V.4.6. Contaminación atmosférica	34
V.4.7. Pérdida de cobertura vegetal	35
V.4.8. Afectación al hábitat	37
V.4.9. Desplazamiento de individuos de fauna (incluyendo especies enlistadas en la NOM-059-semarnat-2010)	38
V.4.10. Modificación del paisaje natural	40
V.5. Análisis de Impactos acumulativos y residuales	41
V.5.1. Impactos residuales	41
V.5.2. Impactos acumulativos	42
V.6. Conclusiones	44

Figuras

<i>Figura V.1. Diagrama de flujo del proceso metodológico.</i>	5
<i>Figura V.2. Red de interacciones causas –efectos.</i>	10
<i>Figura V.3. Componentes afectables, no afectados y no afectables.</i>	12
<i>Figura V.4. Identificación de relación de impactos.</i>	23

Tablas

<i>Tabla V.1. Obras y actividades del proyecto.</i>	7
<i>Tabla V.2. Etapas y acciones del proyecto.</i>	8
<i>Tabla V.3. Componentes y factores del entorno susceptibles de recibir impactos.</i>	13
<i>Tabla V.4. Matriz de identificación de interacciones.</i>	15
<i>Tabla V.5. Tabla resumen de interacciones por componente y etapas del proyecto.</i>	16
<i>Tabla V.6. Impactos ambientales identificados.</i>	17
<i>Tabla V.7. Criterios para la valoración de atributos.</i>	20
<i>Tabla V.8. Criterios para el atributo de Acumulación.</i>	22
<i>Tabla V.9. Criterios para el atributo de Sinergia.</i>	22
<i>Tabla V.10. Matriz de evaluación de la Importancia y Magnitud de impactos ambientales.</i>	25
<i>Tabla V.11. Evaluación de final de los impactos ambientales.</i>	26
<i>Tabla V.12. Rangos de significancia de impactos.</i>	27
<i>Tabla V.13. Significancia y jerarquización de los impactos ambientales.</i>	27
<i>Tabla V.14. Porcentajes de vegetación a afectar en el polígono del proyecto.</i>	36
<i>Tabla V.15. Impactos ambientales residuales del proyecto.</i>	41
<i>Tabla V.16. Matriz de identificación de impactos por obras y actividades anteriores.</i>	43
<i>Tabla V.17. Impactos ambientales acumulativos del proyecto.</i>	44

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

V.1. Introducción

La construcción de complejos turísticos como hoteles y centros turísticos, requieren el uso de los recursos naturales y escénicos del lugar de emplazamiento, y en algunas ocasiones es necesario el cambio de uso de suelo.

En particular en el área de referencia y SAR (éste corresponde al área de estudio como se indicó en el cap. IV), la demanda de uso de suelo para este fin ha generado una serie de impactos que modificaron el entorno natural así como la vocación del suelo, propiciando alteraciones en tierra, fragmentación de la vegetación, desplazamiento de fauna y modificación al paisaje natural.

También la operación de hoteles en esta zona, genera impactos en la hidrología subterránea y cuerpos de agua cercanos por la descarga de basura y/o de aguas residuales, además de los cambios por dragados y rellenos para ampliar el espacio de tierra.

Bajo este contexto, en el presente Capítulo se presenta la identificación, caracterización, descripción y evaluación de los impactos ambientales que pudiera generar el proyecto, tal y como lo marca la Fracción V del Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del impacto Ambiental (REIA). También se toma en cuenta los servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo como lo marca la Fracción IX del Artículo 121 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Para ello se desarrolla una metodología específica para estimar los efectos adversos provocados por las etapas de desarrollo del proyecto (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento), que podrían afectar a los componentes y factores ambientales del SAR.

A continuación, en la siguiente figura, de manera esquemática, se presenta un diagrama de flujo del proceso metodológico diseñado para la evaluación de los impactos ambientales que generará el proyecto, considerando dentro de este proceso tres funciones analíticas principales:

1. Identificación
2. Evaluación y caracterización
3. Descripción y análisis

Para realizar estas funciones se considera la información derivada de los siguientes capítulos:

- La descripción del proyecto: obras y actividades, etapas y acciones (**Capítulo II**).
- El análisis del medio: la descripción, análisis y diagnóstico de los componentes ambientales del SAR (**Capítulo IV**).
- El análisis de instrumentos jurídicos ambientales: normas aplicables para la protección de la flora y fauna asociada al cambio de uso de suelo, atmosfera (emisiones de ruido, gases de combustión y polvos) y áreas de importancia ambiental, (**Capítulo III**).

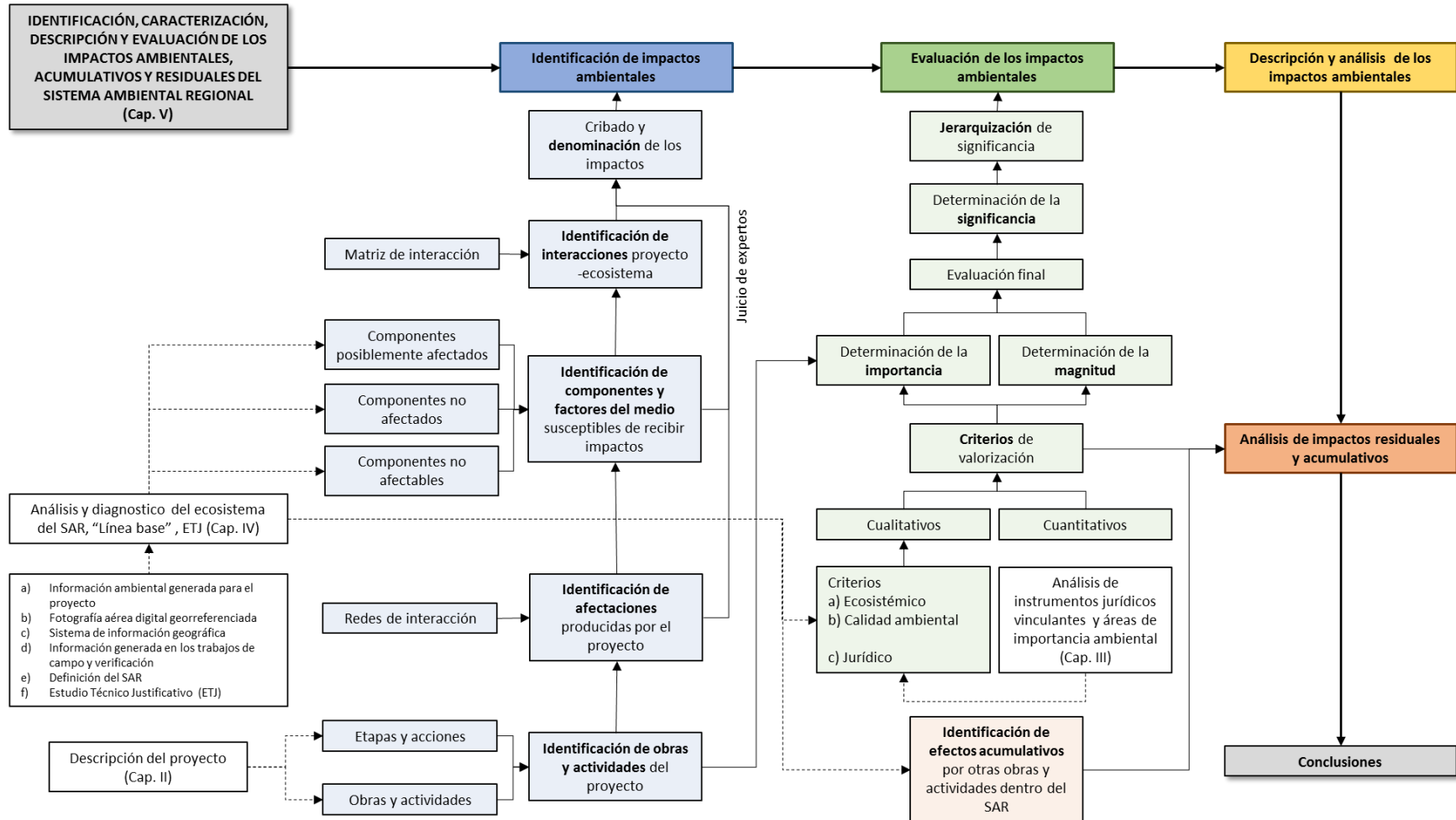


Figura V.1. Diagrama de flujo del proceso metodológico.

V.2. Identificación de impactos ambientales

Para la identificación de impactos ambientales se llevaron a cabo una serie de pasos que consideran diferentes técnicas (sistema de información geográfica, grafos o redes de interacción causa – efecto, matrices de interacción y juicio de expertos) que son bien conocidas y reportadas en la bibliografía (en el Capítulo IX, se describen a detalle cada una de ellas).

Los pasos a seguir fueron los siguientes:

- a) **Identificación de obras y actividades del proyecto susceptibles de producir impactos ambientales:** se determinan las actividades y obras consideraras para el proyecto y que podrían afectar algún componente ambiental del ecosistema.
- b) **Identificación de las afectaciones producidas por las actividades y obras del proyecto:** por medio del método de *Redes de interacción* se realiza un primer acercamiento de las posibles afectaciones ambientales producidas por las obras y actividades del proyecto.
- c) **Identificación de los componentes ambientales susceptibles de recibir impactos ambientales:** se determinan los componentes posiblemente afectables, los componentes no afectados y los componentes no afectables, para después realizar un listado de los componentes y factores ambientales posiblemente afectables por las obras y actividades del proyecto.
- d) **Identificación de las interacciones proyecto – ecosistema:** por medio del método *Matrices de interacción* se realiza la identificación de las interacciones que tendrán las obras y actividades del proyecto, en sus diferentes etapas de desarrollo, con los componentes y factores ambientales del ecosistema posiblemente afectables.
- e) **Denominación de los impactos ambientales:** a partir de los pasos anteriores y por medio de un cribado, se determinan los impactos ambientales que podría producir el proyecto en sus diferentes etapas de desarrollo.

V.2.1. Identificación de obras y actividades del proyecto susceptibles de producir impactos ambientales

V.2.1.1. Obras

De acuerdo a la naturaleza del proyecto¹, las obras y actividades susceptibles de producir impactos ambientales son las siguientes:

Tabla V.1. Obras y actividades del proyecto.

Obras	
Obras principales	Edificaciones (edificio de 60 habitaciones, restaurante, baños y vestidores, cuarto de máquinas)
	Áreas abiertas (alberca y regaderas, circulaciones y accesos, áreas ajardinadas, asoleadero, pasos a playa, palapas)
	Instalaciones (hidráulica, sanitaria, drenaje pluvial –pozos de absorción pluvial, eléctrica, de gas, telecomunicaciones)
Obras provisionales	Bodega
	Área para servicios y disposición de residuos
	Área de resguardo temporal de vegetación
Actividades	
Prestación de servicios turísticos (hotel)	

V.2.1.2. Etapas y acciones

Se desagrega el proyecto en dos niveles: las diferentes etapas de su desarrollo y las actividades concretas de cada una de las etapas que lo conforman.

Las *Etapas* se refieren a los periodos o partes en que se divide el desarrollo del proyecto y las *acciones* se refieren al conjunto de trabajos que se hacen en cada una de estas etapas.

Conforme a lo anterior, a continuación se presenta una tabla resumida de las etapas y acciones a realizar en el proyecto²:

¹ Para un mayor detalle acerca de las obras y actividades del proyecto, ver Capítulo II.

Tabla V.2. Etapas y acciones del proyecto.

Etapas	Acciones	
Preparación del sitio	Limpieza del terreno (delimitación, desmonte, despalme, retiro de muros e instalaciones internas)	Logística y manejo de residuos
	Movimiento de tierras (trazo, cortes, rellenos)	
Construcción	Albañilerías (perforación, excavación, cimentaciones, estructuras, techos, muros)	Logística y manejo de residuos
	Instalación de complementos (instalaciones, acabados, pavimentos, jardinería)	
	Desmantelamiento de obras provisionales (retiro de obras provisionales y limpieza final)	
Operación y mantenimiento	Operación del proyecto (puesta en servicio de instalaciones y maquinaria, operación del hotel y áreas de servicios)	Logística y manejo de residuos
	Mantenimiento de las obras e instalaciones (limpieza y mantenimiento, jardinería)	

La tabla no incluye la etapa de abandono del sitio al no estar prevista para el proyecto (ver Capítulo II).

V.2.2. Identificación de las afectaciones producidas por las actividades y obras del proyecto.

Después de haber determinado las obras, actividades y acciones en cada una de las etapas de desarrollo del proyecto se realizó, el método de *Redes de interacción*, que permite un primer acercamiento de las posibles afectaciones ambientales a partir de las acciones que se realizarán en el proyecto.

² Para un mayor detalle acerca de las etapas y sus actividades del proyecto, ver Capítulo II.

V.2.2.1. Redes de interacción

En la Red de interacciones se colocan en recuadros con fondo color gris las acciones de cada una de las etapas del proyecto (causas), para después por medio de flechas colocar en recuadros de fondo rojo las afectaciones al ecosistema (efecto) (ver siguiente figura). Las flechas de línea continua representan una afectación primaria, las flechas de línea discontinua son las afectaciones secundarias, y las flechas de línea punteada representan afectaciones terciarias.

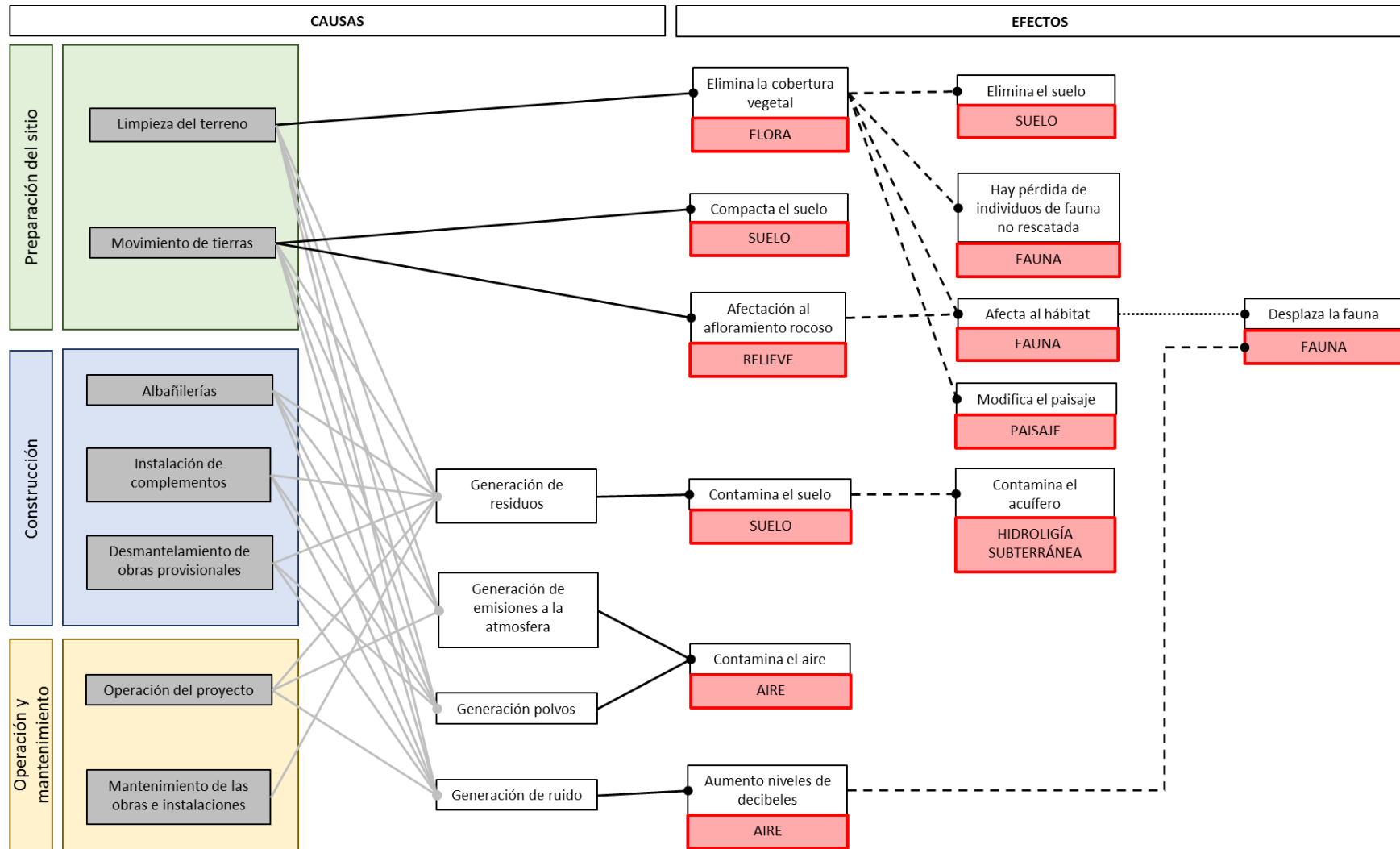


Figura V.2. Red de interacciones causas –efectos.

V.2.3. Identificación de los componentes ambientales susceptibles de recibir impactos ambientales

Previamente en el Capítulo IV se han analizado y caracterizado los componentes y procesos ambientales del SAR, lo que permite identificar, en este capítulo, cuáles de éstos son afectables, los no afectados y los no afectables. Estos responden a la relación que tiene entre las actividades y obras del proyecto con los componentes ambientales dentro del SAR y el polígono del proyecto (ver Figura siguiente) identificados en la Red de interacciones (Figura V.2).

Por lo que la evaluación de impacto ambiental se enfoca en el impacto que pueda recibir solo los componentes Posiblemente afectables ambientales con cada una de las actividades y obras del proyecto.

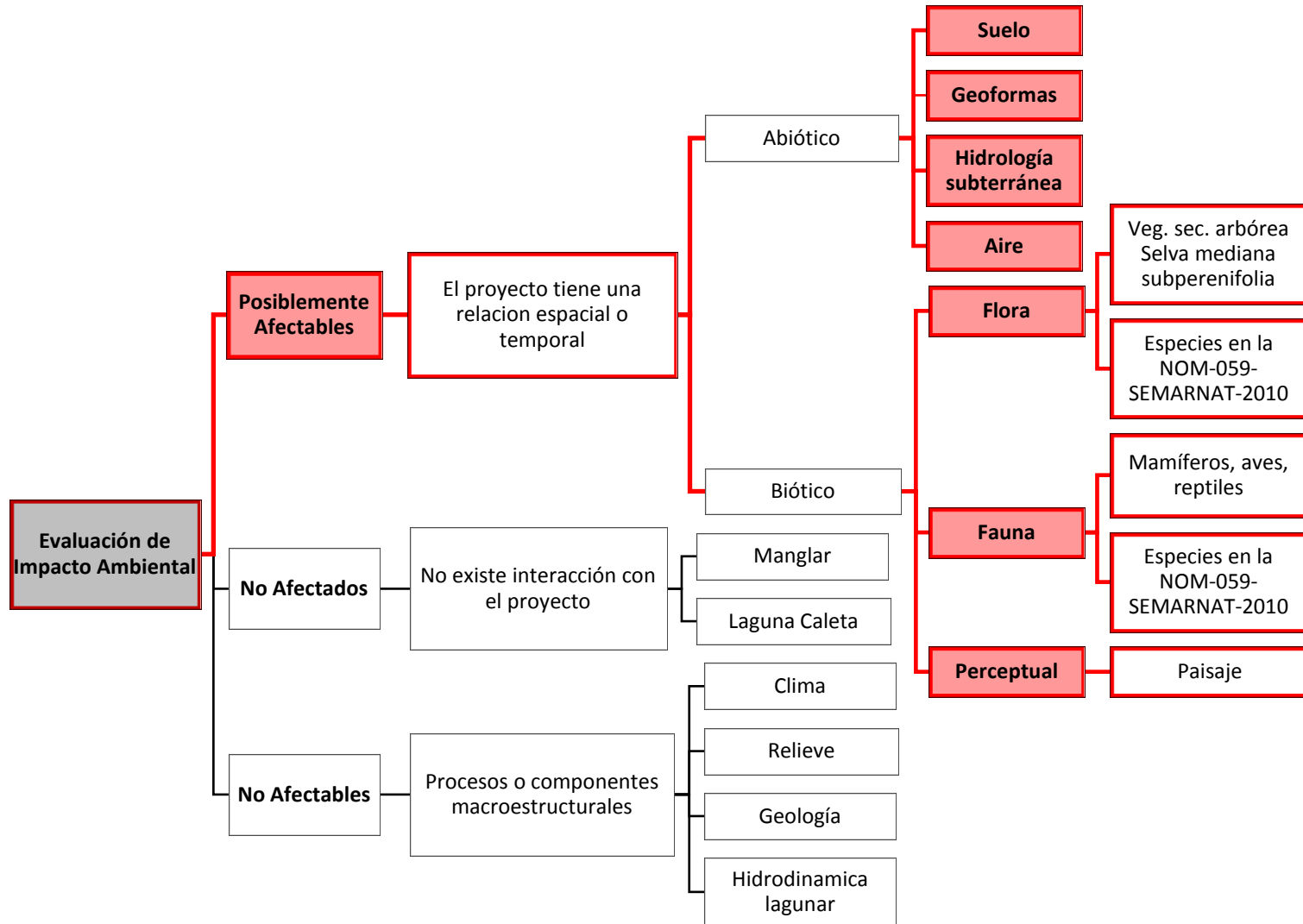


Figura V.3. Componentes afectables, no afectados y no afectables.

V.2.3.1. Componentes y factores ambientales afectables por el proyecto

Después de obtener los componentes posiblemente afectables del SAR y del polígono del proyecto y las causas -efectos presentados en la *Red de interacciones* (Figura V.2), se identifican los factores ambientales susceptibles de recibir alguna afectación (ver siguiente Tabla).

Tabla V.3. Componentes y factores del entorno susceptibles de recibir impactos.

Medio	Componente	Factor
Abiótico	Suelo	Cantidad
		Calidad
	Relieve	Geo formas
	Hidrología subterránea	Calidad
	Aire	Confort sonoro
		Calidad atmosférica
Biótico	Flora	Cobertura vegetal
	Fauna	Hábitat
		Distribución
Perceptual	Paisaje	Calidad visual

V.2.3.2. Componentes no afectados y no afectables

Componentes no afectados:

En cuestión de los cuerpos de agua como la Laguna Caleta (también llamada Caletilla como se indicó en el cap. IV), y de la vegetación de manglar, no se prevén impactos ambientales a estos componentes ya que el proyecto no considera ninguna obra o actividad dentro del cuerpo de agua ni en la vegetación de manglar que pudiera afectarlos.

Componentes no afectables.

Como se menciona en el Capítulo IV, los componentes macro estructurales son los componentes más estables, lo que significa que tardan mucho tiempo en manifestar los cambios. Es por ello que en cuanto a la geología, el relieve, el clima, que son componentes macro estructurales, no se verán afectados por lo que el desarrollo del proyecto.

En cuanto al proceso hidrodinámico en la laguna de Nichupté, como se ha mencionado en el Capítulo IV, el viento es el componente principal que ejerce influencia en las corrientes litorales existentes en la laguna Nicupté en Punta Nizuc. Considerando que en el proyecto no se consideran obras o actividades que pudieren afectar los vientos ni las corrientes litorales, el proceso hidrodinámico no se verá afectado.

V.2.4. Identificación de las interacciones proyecto - ecosistema

Después de haber establecido los componentes y factores posiblemente afectables por el proyecto, finalmente para complementar la identificación de interacciones se emplea la técnica de matrices, la cual permite identificar en forma gráfica y en forma de tabla, las afectaciones negativas que generará el proyecto, así como la etapa en que más se generarán, permitiendo además la cuantificación de las acciones que generarán con mayor frecuencia cada impacto identificado.

V.2.4.1. Matrices de interacción

A continuación se presenta la Matriz de Identificación de interacciones (Tabla siguiente), donde se determinaron las relaciones del proyecto–ecosistema, desglosando el proyecto en etapas y acciones, y el medio en componentes y factores, y que para efectos de interpretación las interacciones negativas se identifican por celdas de color verde oscuro junto con la palabra SI (si hay interacción)

Tabla V.4. Matriz de identificación de interacciones.

Etapas			Preparación del sitio		Construcción			Operación y mantenimiento		Interacciones por factor	Interacciones por componente	
Acciones			Limpieza del terreno	Movimiento de tierras	Albañilerías	Instalación de complementos	Desmantelamiento de obras provisionales	Operación del proyecto	Mantenimiento			
Medio	Componente	Factor										
Abiótico	Suelo	Cantidad	SI	-	-	-	-	-	-	1	8	
		Calidad	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	7		
	Geo formas	Relieve	-	SI	-	-	-	-	-	1	1	
	Hidrología subterránea	Calidad	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	7	7	
	Aire	Confort sonoro	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	-	6	11
		Calidad atmosférica	SI	SI	SI	-	SI	SI	-	5		
Biótico	Flora	Cobertura vegetal	SI	-	-	-	-	-	-	1	1	
	Fauna	Hábitat	SI	SI	-	-	-	-	-	2	7	
		Distribución	SI	-	SI	SI	SI	SI	-	5		
Perceptual	Paisaje	Calidad visual	SI	-	-	-	-	-	-	1	1	
Total de interacciones por acciones			9	6	5	4	5	5	2	36		
Total de interacciones por etapa			15		14			7				

Conforme a los resultados de la Tabla anterior, se realizó una tabla resumen donde se puede ver rápidamente la cantidad total de interacciones resultantes, clasificadas por componentes y por etapas (ver siguiente tabla).

Para el proyecto resultaron un total de 36 interacciones, de entre ellas 15 se darán en la preparación del sitio, 14 durante la construcción y 7 en la operación y mantenimiento.

Tabla V.5. Tabla resumen de interacciones por componente y etapas del proyecto.

Etapas		Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento	T
Medio	Componente				
Abiótico	Suelo	3	3	2	8
	Geo formas	1	0	0	1
	Hidrología subterránea	2	3	2	7
	Aire	4	5	2	11
Biótico	Flora	1	0	0	1
	Fauna	3	3	1	7
Perceptual	Paisaje	1	0	0	1
Interacciones Totales		15	14	7	36

Aun y cuando el proyecto presenta una gran cantidad de interacciones (36), en apartados posteriores se determinará la significancia de las interacciones de cada etapa, ya que la afectación no se presenta de igual manera en una etapa y otra.

V.2.5. Denominación de los impactos ambientales

Una vez identificadas las interacciones en la Red de interacciones (Figura V.2) y en la Matriz de identificación de interacciones (Tabla V.4), se realiza un cribado para determinar los impactos ambientales que producirá el proyecto. Con lo que se obtienen 10 impactos ambientales, los cuales se enlistan en la siguiente tabla, indicando también las causas que lo producen.

Tabla V.6. Impactos ambientales identificados.

Componente	Factor	Impacto	Producido
Suelo	Cantidad	Pérdida de suelo	Por desmonte y despalme
	Calidad	Contaminación del suelo	Por el inadecuado manejo de residuos (no peligrosos, peligrosos y manejo especial)
Geo formas	Relieve	Afectación al afloramiento rocoso	Por excavaciones en el terreno
Hidrología subterránea	Calidad	Contaminación del agua subterránea	Por inadecuado manejo de residuos (no peligrosos, peligrosos y manejo especial) y derrames accidentales de hidrocarburos y otros residuos
Aire	Confort sonoro	Alteración al confort sonoro	Por el aumento de niveles de ruido en el ambiente ocasionado por el uso de maquinaria y equipo
	Calidad atmosférica	Contaminación atmosférica	Por emisión gases de combustión y suspensión de polvos ocasionados por el uso de maquinaria y equipos
Flora	Cobertura vegetal	Pérdida de cobertura vegetal, (incluye las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Por la remoción de la cobertura vegetal
Fauna	Hábitat	Afectación al hábitat	
	Distribución	Desplazamiento de Individuos de especies de fauna (incluye especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010)	
Perceptual	Paisaje	Modificación del paisaje natural	Por la remoción de la cobertura vegetal y construcción de obras

V.3. Evaluación de impactos ambientales

De acuerdo a Gómez-Orea (2002)³, 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 el significado ambiental de dicha alteración. Para ello se realiza la valoración de los impactos ambientales que se obtiene por medio de los siguientes pasos que se presentan en forma general.

- a) **Determinación de la importancia.** La importancia de un impacto es una valoración, la cual expresa el alcance del efecto de una acción sobre un factor ambiental y está definida por una serie de atributos de tipo cualitativo que caracterizan dicha alteración, los cuales son los siguientes: intensidad, extensión, efecto, momento, persistencia, periodicidad, sinergia, acumulación, reversibilidad, y recuperabilidad (V Conesa Fdez. – Vítora, 2003)⁴.
- b) **Determinación de la magnitud.** La magnitud representa la cantidad y calidad del factor modificado, en términos relativos al marco de referencia adoptado⁵.
- c) **Matriz de evaluación.** A partir de la determinación de los criterios de la importancia y magnitud se realiza la matriz de evaluación de cada uno de los impactos para obtener la valoración de la importancia y magnitud.
- d) **Determinación de la significancia.** Después de evaluar la importancia y magnitud de cada impacto ambiental se determina la significancia del impacto (significativo o no significativo), para posteriormente jerarquizarlos.

En el Capítulo IX se indican a detalle los criterios utilizados para llevar a cabo las metodologías citadas.

³ Evaluación de impacto ambiental, Gómez Orea. 2002.

⁴ Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. V-Conesa Fdez. – Vítora. 2003

⁵ Para el proyecto, se refiere al SAR.

V.3.1. Determinación de la importancia

La importancia de un impacto es una valoración que expresa el alcance del efecto de una acción sobre un factor ambiental, la cual viene definida por una serie de atributos de tipo cualitativo (para el caso del proyecto se consideraron 10 atributos) que caracterizan dicha alteración.

Por lo que tomando como base el juicio de expertos, la información presentada en el Capítulo II y IV, y la Tabla de Impactos ambientales identificados (Tabla V.6), se genera la primera columna de Importancia de la Matriz de Importancia y Magnitud de impactos ambientales (Tabla V.10), la cual se crea a partir del modelo propuesto por V. Conesa Fdez. – Vítora (2003) y modificado para el proyecto, donde a cada uno de los impactos ambientales se le atribuye un valor del 1 al 5 en cada uno de los 10 atributos para poder aplicar un algoritmo sencillo de suma:

$$\textit{Importancia} = \text{IN} + \text{EX} + \text{EF} + \text{MO} + \text{PE} + \text{PR} + \text{SI} + \text{AC} + \text{RV} + \text{MC}$$

V.3.1.1. Criterios para la valoración de la importancia

A continuación se presentan en forma general los criterios para cada uno de los atributos seleccionados, mientras que en el Capítulo IX se describen detalladamente para que la autoridad pueda replicar los impactos ambientales identificados para el proyecto.

Los criterios que caracterizan la importancia del impacto, fueron obtenidos por la propuesta de V. Conesa Fdez. – Vítora (2003) y modificada a partir de la naturaleza del proyecto.

Tabla V.7. Criterios para la valoración de atributos.

Atributo	Carácter del atributo	Valor	Atributo	Carácter del atributo	Valor
INTENSIDAD (In)	Baja	1	EXTENSIÓN (EX)	Puntual	1
	Mediana	2		Parcial	2
	Alta	3		Extenso	3
	Muy Alta	4		Total	4
	Total	5		Critica	5
EFFECTO (EF)	Indirecto	1	MOMENTO (MO)	Largo plazo	1
	Parcial	3		Mediana plazo	3
	Directo	5		Inmediato	5
PERSISTENCIA (PE)	Inmediato	1	PERIODICIDAD (PR)	Único	1
	Fugaz	2		Discontinuo	2
	Temporal	3		Periódico	4
	Pertinaz	4		Continuo	5
	Permanente	5			
SINERGIAS (SI) *	Sin sinergismo	1	ACUMULACIÓN (AC) *	No acumulativo	1
	Sinérgico	5		Acumulativo	5
REVERSIBILIDAD (RV)	Inmediata	1	RECUPERABILIDAD (MC)	Inmediata	1
	Corto plazo	2		Corto plazo	2
	Medio plazo	3		Medio plazo	3
	Largo plazo	4		Mitigable	4
	Irreversible	5		Irrecuperable	5

(*) Por la complejidad para evaluar estos Atributos se realiza una metodología diferente, que se presenta en los puntos V.3.1.3. y V.3.1.4.

V.3.1.2. Criterios para la evaluación del atributo de Intensidad

Como se mencionó anteriormente, la intensidad es el “grado” de afectación de una acción sobre un factor ambiental, el cual se basa en una calificación subjetiva que se determina por el cambio que tendrá el factor con y sin proyecto, y que está basado en una serie de criterios tanto ambientales como jurídicos.

Los criterios que se toman en cuenta son los siguientes:

- **Criterio ecosistémico:** cuando un impacto es capaz de modificar el funcionamiento de uno o más procesos del ecosistema que puedan generar un desequilibrio ecológico.
- **Criterios de calidad ambiental:** cuando el componente y/o factor se encuentran en “mal estado”, basado en estudios técnicos y científicos.
- **Criterios jurídicos:** cuando el componente y/o factor ambiental afectado se encuentra reconocido por instrumentos jurídicos como leyes, Ordenamientos ecológicos y/o en las NOM's mexicanas, áreas naturales protegidas y sitios RAMSAR.

V.3.1.3. Criterios para la evaluación del atributo de Acumulación

En el Capítulo IV se realizó el análisis de los componentes y procesos abióticos y bióticos para poder concluir en el diagnóstico ambiental del SAR, esto representa la “línea base”.

El análisis de los impactos ambientales debe basarse en la determinación de las desviaciones de la “línea base” originada por efectos aditivos. Para lo anterior, no es suficiente con evaluar los impactos ambientales del proyecto como si éste fuera la única fuente de cambio en el SAR, sino que también es importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de fenómenos naturales u otras actividades humanas en la región, y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el proyecto va a interactuar.

Por lo que el criterio principal para conocer si un impacto es acumulativo o no, es que el mismo tipo de impacto se haya o se esté dado como consecuencia de actividades y/o proyectos diferentes (dentro del SAR) al que se presenta a evaluación en este DTU.

Para fines prácticos, el análisis de los impactos acumulativos se presenta en el punto V.5.2.

Tabla V.8. Criterios para el atributo de Acumulación.

Atributo	Criterio	Valor
Acumulativo	Las obras y /o actividades de proyectos anteriores ocasionaron el mismo impacto	5
No acumulativo	Las obras y /o actividades de proyectos anteriores no ocasionaron el mismo impacto	1

V.3.1.4. Criterios para la evaluación del atributo de Sinergia

La sinergia es uno de los atributos que tiene mayores repercusiones en la gestión ambiental, ya que hay impactos diferentes que pueden relacionarse produciendo sinergias, lo que refuerza efectos negativos (Gómez Orea 2013). El REIA en su fracción VIII del Artículo 3°, describe a un impacto sinérgico como aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Para determinar la valoración de este atributo, se realiza un diagrama de flujo, en el cual se muestra la relación que existe entre los impactos. Los resultantes con flechas rojas son valorados con el valor más alto (5), mientras los que no tiene flecha son valorados con el valor mínimo (1) (ver tabla siguiente).

Tabla V.9. Criterios para el atributo de Sinergia.

Atributo	Criterio	Valor
Sinérgico	El impacto ocasiona otro impacto (cuadro y línea roja)	5
No Sinérgico	El impacto no ocasiona otro impacto (cuadro negro)	1

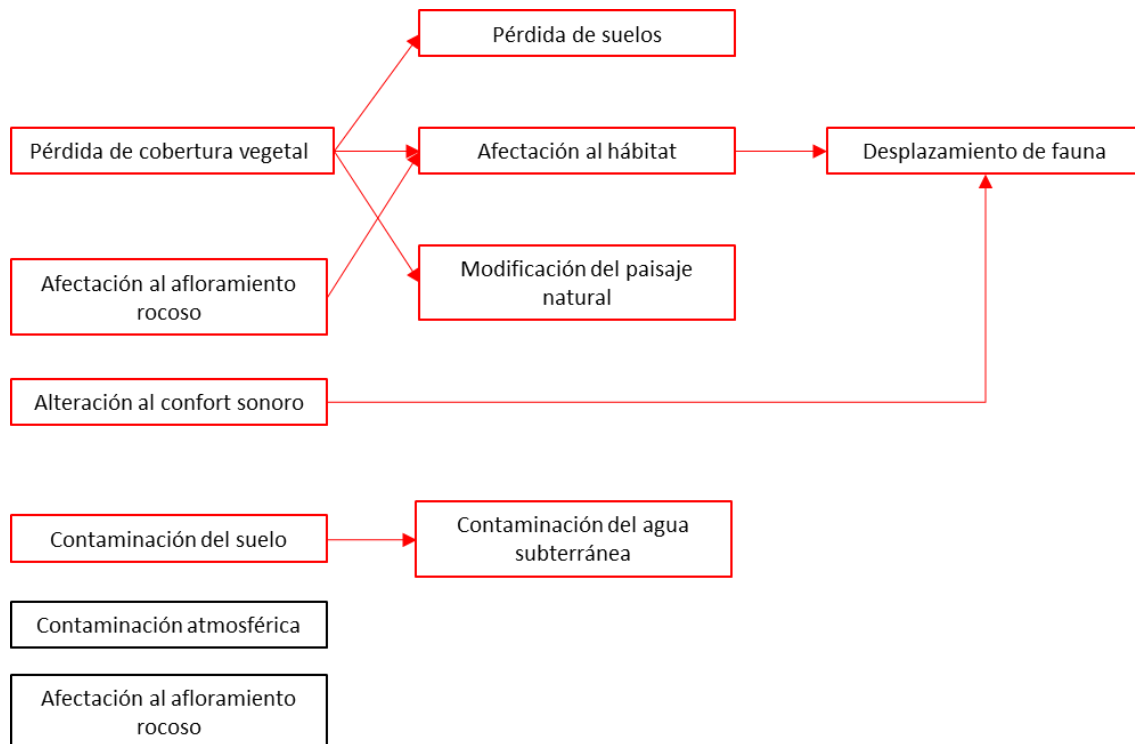


Figura V.4. Identificación de relación de impactos.

V.3.2. Determinación de la magnitud

La **magnitud**, representa la cantidad y calidad del factor modificado, y que se expresará en términos de la extensión, intensidad y duración de la alteración al componente en relación al SAR.

Es por ello que para obtener la columna de Magnitud de la Matriz de Importancia y Magnitud de impactos ambientales (Tabla V.10) se realiza un algoritmo simple creado a partir del modelo propuesto por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (Roma 1995) y modificado para el proyecto utilizando los atributos, previamente evaluados, de IN (intensidad), EX (extensión) y PE (persistencia).

El algoritmo utilizado es el siguiente:

$$\mathbf{Magnitud} = (\text{IN} * 4) + (\text{EX} * 4) + (\text{PE} * 2)$$

V.3.3. Matriz de la Importancia y Magnitud de impactos ambientales

Como resultado de la aplicación de los pasos descritos anteriormente, se obtuvo la Matriz de Importancia y Magnitud de impactos ambientales (ver siguiente tabla) misma que permite:

- a) Evaluar los impactos ambientales generados en función de la importancia y magnitud en cada una de las etapas del proyecto.
- b) Conocer los componentes ambientales más afectados por el proyecto.
- c) Identificar el nivel de importancia y magnitud de los impactos.

En la tabla en la columna de etapa se presenta la siguiente simbología:

PS: preparación del sitio.

C: construcción.

O y m: operación y mantenimiento.

Tabla V.10. Matriz de evaluación de la Importancia y Magnitud de impactos ambientales.

Componente	Factor	Impacto	Etapa	In	EX	EF	MO	PE	PR	SI	AC	RV	MC	I	M
Suelo	Cantidad	Pérdida de suelos	PS	2	2	3	5	5	1	5	5	3	5	36	26
	Calidad	Contaminación del suelo	PS	2	1	5	5	2	2	5	5	2	1	30	16
			C	2	1	5	5	2	2	5	5	2	1	30	16
			O y M	2	1	5	5	2	2	5	5	2	1	30	16
Geo formas	Relieve	Afectación al afloramiento rocoso	PS	2	1	5	5	5	1	5	5	3	5	37	22
Hidrología subterránea	Calidad	Contaminación del agua subterránea	PS	1	1	3	5	5	2	5	5	5	4	35	18
			C	1	1	3	5	5	2	5	5	5	4	35	18
			O y M	1	1	3	5	5	2	5	5	5	4	35	18
Aire	Confort sonoro	Alteración al confort sonoro	PS	1	1	5	5	1	2	5	5	1	1	27	10
			C	1	1	5	5	1	2	5	5	1	1	27	10
			O y M	1	1	5	5	1	4	5	5	1	1	29	10
	Calidad atmosférica	Contaminación atmosférica	PS	1	1	5	5	1	2	1	5	1	1	23	10
			C	1	1	5	5	1	2	1	5	1	1	23	10
			O y M	1	1	5	5	1	4	1	5	1	1	25	10
Flora	Cobertura vegetal	Pérdida de cobertura vegetal	PS	2	2	5	5	5	1	5	5	3	5	38	26
Fauna	Hábitat	Afectación al hábitat	PS	1	2	3	5	5	1	5	5	3	5	35	22
	Distribución	Desplazamiento de individuos de fauna	PS	1	2	1	5	5	1	1	5	2	4	27	22
			C	1	1	3	5	1	2	1	5	3	4	26	10
			O y M	1	1	3	5	1	4	1	5	3	4	28	10
Paisaje	Calidad visual	Modificación del paisaje natural	PS	1	2	3	5	5	1	1	5	5	4	32	22

V.3.4. Determinación de la significancia de los impactos ambientales

Para conocer la significancia de los impactos ambientales, es necesario ver en conjunto la evaluación de la Importancia y de la Magnitud y no como evaluaciones únicas. Para ello se realiza la siguiente fórmula sencilla, obteniendo así los valores de la siguiente tabla:

$$\text{Evaluación final del impacto} = \text{Importancia} + \text{Magnitud}$$

Tabla V.11. Evaluación de final de los impactos ambientales.

no.	Impacto	Etapa	Importancia	Magnitud	Evaluación final
1	Pérdida de suelos	PS	36	26	62
2	Contaminación del suelo	PS	30	16	46
		C	30	16	46
		O y M	30	16	46
3	Afectación al afloramiento rocoso	PS	37	22	59
4	Contaminación del agua subterránea	PS	35	18	53
		C	35	18	53
		O y M	35	18	53
5	Alteración al confort sonoro	PS	27	10	37
		C	27	10	37
		O y M	29	10	39
6	Contaminación atmosférica	PS	23	10	33
		C	23	10	33
		O y M	25	10	35
7	Pérdida de cobertura vegetal	PS	38	26	64
8	Afectación al hábitat	PS	35	22	57
9	Desplazamiento de individuos de fauna	PS	27	22	49
		C	26	10	36
		O y M	28	10	38
10	Modificación del paisaje natural	PS	32	22	54

PS: preparación del sitio, C: construcción, O y M: operación y mantenimiento

Con base en la definición de impacto ambiental significativo del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental en su fracción IX del Artículo 3°, y en los criterios jurídicos y ambientales (incluidos en el Capítulo IX para sustentar lo aquí expuesto), a continuación

se acotan los rangos de valores finales de cada impacto ambiental para conocer la significancia de cada uno de ellos.

Tabla V.12. Rangos de significancia de impactos.

Significancia de impactos		Interpretación	Rango de valores finales
No significativos	Irrelevantes	Alteraciones de muy bajo impacto a componentes o procesos que no comprometen la integridad de los mismos.	Entre 20 y 40
	Moderados	Alteraciones que afectan procesos o componentes sin poner en riesgo los procesos o estructura de los ecosistemas de los que forma parte.	Entre 41 y 60
Significativos	Severos	Alteraciones que sin medidas de mitigación afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SAR.	Entre 61 y 80
	Críticos	Alteraciones que aun con medidas de mitigación afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SAR	Entre 81 y 100

A partir de la tabla anterior se puede determinar la significancia de cada impacto ambiental en cada una de las etapas del proyecto (ver siguiente tabla).

Tabla V.13. Significancia y jerarquización de los impactos ambientales.

No.	Impacto	Significancia por etapa		
		Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento
1	Pérdida de suelos	62	0	0
2	Contaminación del suelo	46	46	46
3	Afectación al afloramiento rocoso	59	0	0
4	Contaminación del agua subterránea	53	53	53
5	Alteración al confort sonoro	37	37	39
6	Contaminación atmosférica	33	33	35
7	Pérdida de cobertura vegetal	64	0	0
8	Afectación al hábitat	57	0	0
9	Desplazamiento de individuos de fauna	49	36	38
10	Modificación del paisaje natural	54	0	0

V.4. Descripción y análisis de los impactos ambientales

Una vez identificados los impactos ambientales y su significancia se procede a realizar la descripción y análisis de ellos. El análisis se presenta para cada impacto ambiental, describiendo los siguientes elementos:

- a) Impacto ambiental
- b) Medio, componente y factor afectado
- c) Significancia del impacto por etapa
- d) Etapas donde se producirá el impacto
- e) Descripción y justificación para dicha determinación

V.4.1. Pérdida de suelo

		Etapa	Significancia
•			
• Medio:	Abiótico	• Preparación del sitio	Significativo Severo
• Componente:	Suelo	• Construcción	No hay interacción
• Factor:	Cantidad	• Operación y mantenimiento	No hay interacción

Descripción

La remoción de vegetación no solo implicará la pérdida de cobertura vegetal sino que también causará la pérdida de suelo ya que este queda expuesto, lo que represente un impacto ambiental.

Este impacto se efectuará en la etapa de preparación del sitio, al momento de realizar la remoción de la vegetación en las actividades de limpieza del terreno (desmote y despalme), por lo que se considera un impacto residual. Ya que es aquí donde se presenta la mayor afectación, 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.

El suelo se tiene una primera capa fértil en la cual se encuentra materia orgánica generada a partir de fragmentos de vegetación y que es susceptible de perderse con la remoción de la vegetación. Por otra parte, la pérdida del suelo también es resultado de la erosión que se presenta al quedarse el suelo desnudo; es decir desde el momento en que la vegetación es removida, los efectos erosivos de tipo hídrico y eólico aumentan, ocasionando la pérdida del mismo. De igual manera puede generar la compactación y endurecimiento del suelo lo que a su vez también provocaría la afectación a la calidad del suelo.

Además de que el suelo funge un papel importante en el soporte de la vegetación también es primordial para la recarga de agua dulce de los acuíferos.

En el Capítulo IV se describe que existe un acuífero local en la zona del proyecto, que se encuentra “encapsulado” (acuitado colgado semilibre) y que solo recibe recargas de agua pluvial de la superficie y no tiene intercambio con el acuífero regional (que está a una mayor profundidad). Tomando en cuenta esto y que en el polígono del proyecto se pueden encontrar suelos de tipo Arenosol, (con una alta capacidad de infiltración por ser de textura gruesa) y solonchak, el suelo toma importancia tanto en la vegetación como en la recarga del acuífero local. Cabe mencionar que el proyecto considera la construcción de pozos de absorción pluvial lo que permitirá la recarga del acuífero local.

También se debe considerar que dentro del SAR se llevan a cabo actividades humanas que han propiciado la pérdida del suelo (hoteles), principalmente a causa del cambio de uso de suelo de zonas con vegetación a zonas urbanas turísticas, por lo que los espacios con suelo van disminuyendo cada vez más, lo que también reduce la capacidad de recarga de agua de los acuíferos.

Con base en estos argumentos, el impacto de Pérdida de suelo es evaluado como severo por lo tanto SIGNIFICATIVO.

V.4.2. Contaminación del suelo

		Etapas	Significancia
• Medio:	Abiótico	• Preparación del sitio	No Significativo moderado
• Componente:	Suelo	• Construcción	No Significativo moderado
• Factor:	Calidad	• Operación y mantenimiento	No Significativo moderado

Descripción

El inadecuado manejo de residuos podría causar la contaminación del suelo por lo que se vería alterada la calidad del suelo, lo que representa un impacto ambiental.

Este impacto se producirá durante las tres etapas del desarrollo del proyecto, ya que inherentemente todas las actividades generan diferentes tipos de residuos (sólidos y líquidos).

Por ejemplo durante la etapa de preparación del sitio y construcción se generarán residuos derivados de:

- Residuos orgánicos provenientes de desmonte y/o excavaciones, y de las actividades del personal de construcción.
- Residuos sólidos y líquidos derivados de los materiales de la construcción de obras, combustibles y lubricantes de la maquinaria, mismos que pudieran representar riesgos por derrames accidentales al suelo, residuos

En la etapa de operación y mantenimiento los residuos generados son derivados de:

- Residuos sólidos generados por los huéspedes y personal del hotel; residuos orgánicos por el mantenimiento de áreas abiertas y los derivados del restaurante.
- Residuos líquidos como son 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.

Cabe mencionar que a fin de evitar afectaciones al suelo el proyecto prevé realizar el manejo y disposición de los residuos contando con contenedores para la adecuada clasificación y almacenamiento temporal de los residuos, y conectará al sistema de recolección para la disposición final de los mismos y en caso de ser residuos peligrosos, se contratará a las empresas que presten el servicio. En ningún caso, los residuos serán dispuestos en cuerpos de agua, en la proximidad de los ecosistemas acuáticos, ni en contacto con el suelo.

Con base en estos argumentos, el impacto de Contaminación de suelo es evaluado como moderado y por lo tanto como NO SIGNIFICATIVO.

V.4.3. Alteración al afloramiento rocoso

		Etapas	Significancia
• Medio:	Abiótico	• Preparación del sitio	No Significativo moderado
• Componente:	Geo formas	• Construcción	No hay interacción
• Factor:	Relieve	• Operación y mantenimiento	No hay interacción

Descripción

La necesidad de realizar excavaciones en el relieve para construir el proyecto causará la afectación al afloramiento rocoso, por lo que se considera un impacto ambiental.

En el Capítulo IV se menciona la presencia del afloramiento rocoso como una unidad geomorfológica importante porque da protección y resguardo al ecosistema de la laguna Caleta ante fenómenos naturales; no obstante, el impacto ambiental que se ocasionará a dicho componente solo será por la excavación necesaria para construir el nivel para las áreas abiertas, reduciendo en una superficie aproximada 1 m a lo ancho del afloramiento rocoso, por lo que se considera un impacto residual. Estas superficies no representan un cambio importante para el tamaño y forma del relieve, por lo que se mantendrán las mismas funciones ambientales que proporciona el afloramiento rocoso.

Con base en estos argumentos, la alteración al afloramiento rocoso se evalúa como un impacto ambiental moderado y por lo tanto **NO SIGNIFICATIVO**.

V.4.4. Contaminación del agua subterránea

		Etapa	Significancia
• Medio:	Abiótico	• Preparación del sitio	No Significativo moderado
• Componente:	Hidrología subterránea	• Construcción	No Significativo moderado
• Factor:	Calidad	• Operación y mantenimiento	No Significativo moderado

Descripción

Durante las diferentes etapas del proyecto, la calidad del agua subterránea podría verse afectada por la infiltración de diferentes tipos residuos, por lo que se considera un impacto ambiental.

Este impacto se ocasionará en las 3 etapas del proyecto, y derivará de un manejo inadecuado de residuos (líquidos y lixiviados), derrames accidentales de hidrocarburos y otros residuos al suelo y que pudieran filtrarse al acuífero local. También hay que considerar que el proyecto tiene previsto la creación de pozos pluviales para la infiltración del agua hacia al acuífero por lo que se tendrá que revisar la calidad de agua que ingrese al subsuelo.

En el Capítulo IV se describe que en el área del proyecto el acuífero regional no tiene conexión con el agua que se acumula en la superficies, debido a la presencia de una capa de caliza arrecifal que impide la infiltración o su recarga, además de la presencia de una capa de calcarenita de baja permeabilidad. Sin embargo, si existe un acuífero local que se encuentra “encapsulado” (acuitardo colgado semilibre) y no tiene conexión con el acuífero regional y la presencia de agua dulce proveniente de la infiltración del agua pluvial.

En cuanto al tipo de suelo que se presenta en el polígono el proyecto, suelos de tipo Arenosol y solonchak, y aunado con el tipo de roca kárstica, se representa una alta capacidad de infiltración por ser de textura gruesa.

Por lo que el inadecuado manejo de residuos, así como los derrames accidentales de hidrocarburos, ocasionaría 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 ultimo una capa de caliza arrecifal, las cuales impiden la conexión entre el acuífero local y regional.

Con base en estos argumentos, es que el impacto de Contaminación del agua subterránea es evaluado como moderado y NO SIGNIFICATIVO.

V.4.5. Alteración al confort sonoro

		Etapas	Significancia
• Medio:	Abiótico	• Preparación del sitio	No Significativo irrelevante
• Componente:	Aire	• Construcción	No Significativo irrelevante
• Factor:	Confort sonoro	• Operación y mantenimiento	No Significativo irrelevante

Descripción

El aumento de decibles en el ambiente ocasionado por el uso de maquinaria y equipo provocará una alteración al confort sonoro, por lo que se considera un impacto ambiental.

Este impacto se generará en la etapa de preparación del sitio y construcción, durante las actividades de limpieza del terreno, nivelación y construcción de obras, será necesario el uso de maquinaria y equipo el cual genera niveles de ruido que se percibirán mayormente en el sitio donde se encuentran operando estos equipos.

Los niveles de ruido observados a 15 m de distancia de diferentes equipos de construcción varían desde 72 a 102 dB para el equipo de movimiento de tierras, de 75 a 88 dB para

equipos de manejo de material y de 68 a 87 dB para equipo fijos, mientras que el equipo de impacto puede generar niveles 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 y del tránsito y actividades de turistas y empleados.

Sin embargo el proyecto se encuentra en una zona de espacios abiertos donde el ruido puede ser dispersado fácilmente, Además, cabe mencionar que en los momentos donde se genere ruido solo será en días y horarios laborales conforme a la NOM-081-SEMARNAT-1994, por lo que solo será de manera temporal y por periodos cortos de tiempo.

Con base en estos argumentos, el impacto de Alteración al confort sonoro es evaluado como irrelevante por lo tanto es NO SIGNIFICATIVO.

V.4.6. Contaminación atmosférica

		Etapa	Significancia
•			
• Medio:	Abiótico	• Preparación del sitio	No Significativo irrelevante
• Componente:	Aire	• Construcción	No Significativo irrelevante
• Factor:	Calidad atmosférica	• Operación y mantenimiento	No Significativo irrelevante

Descripción

La emisión de polvos y gases de combustión producto de la maquinaria y equipo ocasionará contaminación atmosférica por lo que se considera un impacto ambiental.

Este impacto se generará en la etapa de preparación del sitio y construcción, durante las actividades de limpieza del terreno (desmonte y despalme), nivelación y construcción de obras en la cual es necesario el uso de maquinaria pesada y equipos que generarán gases de combustión, además de la re suspensión de polvos. En la etapa de operación y mantenimiento, también se generarán emisión de gases de combustión por parte de las maquinas requeridas para la operación del proyecto (ver Capítulo II)

Sin embargo, las fuentes que generará el impacto son puntuales y temporales (maquinaria) ya que solo se generarán durante las horas laborales apegándose a las normas aplicables NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-043-SEMARNAT-1993, NOM-045-SEMARNAT-2006. Además que la ubicación del polígono del proyecto estará en un espacio abierto donde el efecto del viento es dinámico lo que permite la dispersión de los polvos y contaminantes.

Con base en estos argumentos, el impacto de Contaminación atmosférica es evaluado como irrelevante y por lo tanto No SIGNIFICATIVO.

V.4.7. Pérdida de cobertura vegetal

		Etapas	Significancia
• Medio:	Biótico	• Preparación del sitio	Significativo severo
• Componente:	Flora	• Construcción	No hay interacción
• Factor:	Cobertura vegetal	• Operación y mantenimiento	No hay interacción

Descripción

Para la construcción de obras, es necesario realizar la remoción de vegetación, lo que ocasionará la pérdida de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia presente en el polígono A del proyecto (el proyecto se desarrollará en dos polígonos A y B, pero solo hay vegetación en el polígono A, ver cap. II y cap. IV), por lo que se considera un impacto ambiental, afectando también a especies de flora enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Este impacto se ocasionará en la etapa de preparación del sitio, en la cual se lleva a cabo la remoción de vegetación y la limpieza del terreno (desmonte, despalme) en el área de emplazamiento de las obras. Por lo que también se considera un impacto residual.

En el Capítulo IV se menciona que en el SAR (área de estudio, ya referida en el cap. IV), existen diferentes clasificaciones de Uso de suelo y Vegetación: 2 tipos de vegetación con

el 20.01%: de la cual predomina la vegetación de manglar con un 15.1% y la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia con 4.91%; 1 uso de suelo con el 33.36% correspondiente al desarrollo antrópico, mientras que el cuerpo de agua es el dominante con 37.63% y solo el 9% pertenece a superficies sin vegetación. Tomando en cuenta esta información se deduce que, excluyendo el cuerpo de agua, el SAR tiene una fuerte actividad antropogénica que ha fragmentado la vegetación debido a que se llevan a cabo actividades humanas turísticas y recreativas que han propiciado la pérdida de cobertura vegetal, ocasionando cambio de uso de suelo de zonas con vegetación a zonas urbanas turísticas.

Cambe mencionar que de las superficies a afectar del polígono del proyecto, el 1.46% pertenece a superficies con infraestructura, el 13.14% no tiene vegetación y en el 85.4% restante existe vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, la cual será removida. Sin embargo, aunque pareciera ser un gran porcentaje de vegetación a remover con respecto al polígono, esta solo representa el 14.17% con respecto al total de la misma vegetación que se encuentra en el SAR (ver siguiente tabla). Además esta corresponde a un fragmento aislado de vegetación que ha sufrido distintos tipos y grados de perturbación (entre ellos fenómenos naturales como huracanes y el crecimiento antrópico como el turismo) inducidos como el efecto borde, por lo que actualmente está en un estado sucesional de vegetación secundaria, la cual además carece de riqueza y diversidad de especies de flora y fauna.

Tabla V.14. Porcentajes de vegetación a afectar en el polígono del proyecto.

Usos de suelo y vegetación	SAR	Polígono del proyecto	
	Porcentaje con respecto al SAR	Porcentaje de afectación en el polígono del proyecto	Porcentaje de afectación con respecto al SAR
Manglar	15.1 %	-	-
Veg. Sec. arbórea de selva mediana subperennifolia	4.91 %	85.4 %	14.17 %
Cuerpo de agua	37.63 %	-	-
Desarrollo antrópico	33.36 %	1.46 %	0.04 %
Sin vegetación	9 %	13.14 %	1.14%

Total	100 %	100 %	-
--------------	--------------	--------------	----------

Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: De acuerdo al análisis del trabajo de campo presentado en el Capítulo IV, en el polígono del proyecto se identificó la especie *Thrinax radiata* que se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en categoría de Amenazada. Esta especie tiene amplia distribución en la Península de Yucatán, y tiene facilidad para desarrollarse en diferentes tipos de vegetación como en dunas costeras, matorral costero y en selva subperennifolia y subcaducifolia.

Por la remoción de la cobertura vegetal se ha considerado que las especies vegetales registradas en el trabajo de campo (ver cap. IV), se enlisten o no en la NOM-059-SEMARNAT-2010, no están restringidas al SAR o al área del polígono del proyecto, además de que durante el desarrollo del proyecto se están proponiendo actividades de rescate y reubicación de las especies de flora que pudieran verse afectadas con su desarrollo.

Con base en estos argumentos, el impacto de Pérdida de cobertura vegetal es considerado como SIGNIFICATIVO severo en la etapa de preparación del sitio.

V.4.8. Afectación al hábitat

		Etapa	Significancia
• Medio:	Biótico	• Preparación del sitio	No Significativo moderado
• Componente:	Fauna	• Construcción	No hay interacción
• Factor:	Hábitat	• Operación y mantenimiento	No hay interacción

Descripción

La remoción de vegetación inherentemente afectará el hábitat ya que se modifican las condiciones y características físicas y biológicas que mantienen a las especies de fauna, por lo que se considera un impacto ambiental.

Este impacto se generará en la etapa de preparación del sitio como consecuencia de la remoción de vegetación y de las actividades de limpieza del terreno (desmonte y despalme). Por lo que también es considerado un impacto residual.

Sin embargo aun cuando no podría reponerse el hábitat, la construcción de áreas ajardinadas proveerá de sitios de descanso y resguardo para la fauna que ya está adaptada a las actividades antrópicas, como sería el caso de los reptiles, como las iguanas.

Cabe indicar que aun cuando hay presencia de vegetación en el área del proyecto, ésta ha sufrido distintos tipos y grados de perturbación por diferentes obras y actividades desarrolladas en el SAR, y queda demostrado por la baja riqueza y diversidad de flora y fauna, lo que ha ido reduciendo así el hábitat para la fauna.

Con base en estos argumentos, el impacto de Afectación al hábitat es evaluado como moderado por lo tanto como NO SIGNIFICATIVO.

V.4.9. Desplazamiento de individuos de fauna (incluyendo especies enlistadas en la NOM-059-semarnat-2010)

		Etapas	Significancia
• Medio:	Biótico	• Preparación del sitio	No Significativo moderado
• Componente:	Fauna	• Construcción	No significativo irrelevante
• Factor:	Distribución	• Operación y mantenimiento	No significativo irrelevante

Descripción

La remoción de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia inherentemente afectará el hábitat y consecuentemente producirá el desplazamiento de individuos de especies de fauna que se encuentren en el polígono del proyecto, lo que representa un impacto ambiental.

Este impacto se ocasionará en la etapa de preparación del sitio como consecuencia de la remoción de la vegetación y en las actividades de limpieza del terreno (desmonte y

despalme) en las superficies donde se ubicarán las obras. Dichas actividades privan a la fauna de áreas de alimento y resguardo, por lo que se verá obligada a trasladarse a otras zonas donde encuentre las características físicas y biológicas necesarias para su supervivencia. Mientras que durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento el ruido generado por la maquinaria y las actividades propias del hotel, puede “espantar” a las especies que se encuentren cercanas al lugar.

Cabe indicar lo ya expuesto en el Capítulo IV, respecto a que en el polígono del proyecto se registraron solo especies de reptiles y de aves, las cuales están bien representadas en el SAR. En cuanto a lugares de resguardo de fauna como madrigueras y nidos, en las primeras solo se registraron ocupación por reptiles, mientras que para nidos no hubo registro de la presencia de ellos, lo que indica que el lugar puede ser una zona de paso o alimentación de aves.

Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010: De acuerdo al Capítulo IV, en el trabajo de campo, en el polígono del proyecto se registraron 2 especies pertenecientes a la clase Reptilia que se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con categoría de Amenazadas: *Ctenosaura similis* y *Leptophis mexicanus*.

Sin embargo, tanto las especies enlistadas en la NOM como las que no se encuentran en ella, no son endémicas y sus distribución no se restringe solamente al polígono del proyecto o al SAR. Además es conocido que las especies de fauna como reptiles, se encuentran adaptadas a las actividades humanas, por lo que se espera que algunos individuos de reptiles puedan regresar a las aéreas verdes considerados en el diseño del proyecto. Hay que mencionar también que el proyecto considera programas de rescate y reubicación de especies de fauna, se encuentren o no enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Con base en estos argumentos, el impacto de Desplazamiento de individuos de fauna es evaluado como moderado por lo tanto como NO SIGNIFICATIVO.

V.4.10. Modificación del paisaje natural

		Etapas	Significancia
• Medio:	Perceptual	• Preparación del sitio	No Significativo moderado
• Componente:	Paisaje	• Construcción	No hay interacción
• Factor:	Calidad visual	• Operación y mantenimiento	No hay interacción

Descripción

Debido a la naturaleza del proyecto, el cual es turístico, se causará la modificación del paisaje natural, por lo que es considerado un impacto ambiental.

Este impacto se producirá en la etapa de preparación del sitio, como consecuencia de la remoción de vegetación en las actividades de la limpieza del terreno (desmote y despalle). Estas actividades contemplan la alteración de carácter local de la percepción del paisaje por la pérdida de vegetación por el cambio de uso de suelo, además de que se notará la eliminación de texturas y colores representativos de la vegetación y se contempla la introducción de elementos que denotarán cierta artificialidad (líneas rectas, ángulos, regularidad de formas geométricas, simétricas, etc.) para un paisaje natural, el cual se caracteriza por tener formas regulares.

Sin embargo, como se menciona en el capítulo IV, el SAR se presenta urbanizado, caracterizándose por ser un paisaje de tipo turístico-costero, con formas lineales y texturas duras representativas de las obras turísticas como hoteles y áreas recreativas, y las cuales se presentan como un macizo con alturas menores a 20 m. Si tomamos en cuenta que la altura aproximada del proyecto es de 14 m (ver Capítulo II) y que su emplazamiento estará detrás del afloramiento rocoso, característico solo de esa visual

(ver Capítulo IV), el impacto no representará una afectación significativa al paisaje ya que seguirá manteniéndose las características de visibilidad del SAR.

Con base en estos argumentos, el impacto de Modificación del paisaje natural es considerado como NO SIGNIFICATIVO moderado.

V.5. Análisis de Impactos acumulativos y residuales

V.5.1. Impactos residuales

Con la aplicación de medidas de prevención y mitigación, es factible que un impacto ambiental que puede alterar el funcionamiento de cierto componente o proceso eco sistémico dentro del SAR, reduzca su significancia. Sin embargo, invariablemente, existen impactos cuyos efectos persisten aún con la aplicación de medidas, y que son denominados como residuales. Así también el REIA en su fracción X del Artículo 3°, describe a un impacto residual como el impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

La identificación y valoración de este tipo de impactos ambientales es fundamental, ya que en última instancia representan el efecto inevitable y permanente del proyecto sobre el ambiente.

Para el caso del proyecto, la identificación de los impactos residuales se llevó a cabo en función del atributo de la Recuperabilidad (MC), y que hayan sido calificados con valor máximo (5); es decir, que los factores no podrán volver a su estado original aún con la aplicación de medidas. Derivado de lo anterior se tiene que el proyecto generará los siguientes impactos ambientales residuales:

Tabla V.15. Impactos ambientales residuales del proyecto.

Impacto residual	Atributo de Recuperabilidad MC
Pérdida de suelos	5

Afectación al afloramiento rocoso	5
Pérdida de cobertura vegetal	5
Afectación al hábitat	5

V.5.2. Impactos acumulativos

El REIA en su fracción VII del Artículo 3°, describe a un impacto acumulativo como el impacto donde su efecto en el ambiente resulte la suma de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Por ello el análisis de los impactos ambientales debe basarse en la determinación de las desviaciones de la “línea base o cero” originada por efectos aditivos. Para lo anterior, no es suficiente con evaluar los impactos ambientales del proyecto como si éste fuera la única fuente de cambio en el SAR, sino que también es importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de otras actividades humanas en la región, y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el proyecto va a interactuar.

V.5.2.1. Identificación de efectos acumulativos por otras obras y actividades dentro del SAR

Como se he mencionado con anterioridad, dentro del SAR se encuentran diferentes tipos de vegetación, que a través del tiempo se han perdido por el constante cambio de uso de suelo para asentamientos urbanos y zonas turísticas (a estos llamaremos obras y actividades anteriores). Las diferentes actividades que se realizan en el SAR se pueden simplificar en las siguientes obras y/o actividades:

Asentamientos urbanos: dentro de esta categoría se presentan todas las obras que se realizan para un centro urbano, como sería vivienda, carreteras, infraestructura y equipamiento (hoteles).

Turismo: aquí se engloba las actividades recreativas que se realizan por el turismo, así como el equipamiento necesario para realizar dichas actividades.

Para determinar los componentes afectados previamente dentro del SAR, primeramente se realizó la siguiente matriz, en la cual se identifican los impactos ya producidos por obras y actividades existentes y los que podría causar el proyecto.

Tabla V.16. Matriz de identificación de impactos por obras y actividades anteriores.

Componentes	Impactos	Asentamientos urbanos	Turismo	Proyecto
Suelo	Pérdida del suelo	✓	-	✓
	Alteración a la calidad del suelo	✓	✓	✓
Geo formas	Afectación al afloramiento rocoso	✓	✓	✓
Hidrología subterránea	Contaminación del agua subterránea	✓	-	✓
	Extracción de agua subterránea (acuífero)	✓	-	-
Atmósfera	Alteración al confort sonoro	✓	✓	✓
	Contaminación atmosférica	✓	✓	✓
Vegetación	Pérdida de la cobertura vegetal	✓	-	✓
Fauna	Afectación al hábitat	✓	-	✓
	Desplazamiento de individuos de fauna	✓	-	✓
Paisaje	Modificación a la calidad visual del paisaje natural	✓	-	✓

V.5.2.2. Identificación de impactos acumulativos del proyecto

Derivado de la *Matriz de identificación de impactos por obras y actividades anteriores* (Tabla V.16), se identifica que todos los impactos ambientales que pudiera generar el proyecto son acumulativos (ver siguiente tabla), por lo que en el Atributo de Acumulación

(AC) de la *Matriz de evaluación de la Importancia y Magnitud de impactos ambientales* (Tabla V.10) se evalúa con el valor más alto (5).

Tabla V.17. Impactos ambientales acumulativos del proyecto.

Impacto acumulativo	Atributo de Acumulación (AC)
Pérdida de suelos	5
Contaminación del suelo	5
Afectación al afloramiento rocoso	5
Contaminación del agua subterránea	5
Alteración al confort sonoro	5
Contaminación atmosférica	5
Pérdida de cobertura vegetal	5
Afectación al hábitat	5
Desplazamiento de individuos de fauna	5
Modificación del paisaje natural	5

Sin embargo, no todos los impactos ambientales acumulativos son significativos y algunos de ellos pueden aminorarse con la implementación adecuada de medidas de mitigación.

V.6. Conclusiones

Con base en la información del Capítulo II y el Capítulo IV, la opinión de expertos y las diversas técnicas de identificación y evaluación de impactos ambientales utilizadas en el presente Capítulo, se estima que **el proyecto ocasionará en lo general una serie de impactos ambientales de naturaleza negativa**. Sin embargo, considerando los resultados de los análisis, se identificaron cuáles son los impactos significativos y no significativos por etapa del proyecto que pueda afectar el estado actual del SAR.

Por lo tanto, recapitulando lo anterior, se puede concluir con lo siguiente:

1. En la **etapa de preparación del sitio se generarán la mayoría de los impactos ambientales** así como los impactos significativos, mientras que en la etapa de

construcción y operación se reducen la cantidad de impactos generados así como la significancia de ellos.

2. El impacto de **pérdida de cobertura vegetal** implica otros impactos como la **afectación al hábitat y el desplazamiento de individuos de fauna**. Sin embargo si bien el desarrollo del proyecto necesita el cambio de uso de suelo, viéndose la cobertura vegetal afectada (vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia), esta corresponde a un fragmento aislado de vegetación que ha sufrido distintos tipos y grados de perturbación, (debido a fenómenos naturales como huracanes y el crecimiento antrópico como el turismo) inducidos como el efecto borde, conduciéndolo a encontrarse actualmente en un estado sucesional de vegetación secundaria, la cual además carece de riqueza y diversidad de especies de flora y fauna. **Por lo que el desarrollo del proyecto no pone en riesgo la integridad y funcionalidad del ecosistema del SAR.**
3. El impacto de **pérdida de suelo** que se dará por el desmonte y despalme y que removerá suelos de tipo Arenosol (caracterizado por tener una alta capacidad de infiltración), el suelo toma importancia tanto en la vegetación como en la recarga del acuífero local, sin embargo el proyecto considera la construcción de pozos de absorción pluvial lo que permite la recarga de agua hacia el acuífero local. **Por lo que el desarrollo del proyecto no pone en riesgo la recarga del acuífero.**
4. El impacto de **afectación al afloramiento rocoso**, si bien afectará a la unidad que da protección y resguardo al ecosistema de la laguna Caleta ante fenómenos naturales, la excavación que necesita realizar el proyecto solo se dará para la conformación del nivel para las áreas abiertas (aprox. 1 m).
5. Los impactos de **contaminación del suelo** y **contaminación del agua subterránea** durante las diferentes etapas de desarrollo del proyecto será ocasionado tanto por la generación de residuos, como por derrames accidentales de líquidos peligrosos e hidrocarburos, pero pueden ser mitigables si se lleva a cabo el manejo adecuado

de los residuos y las medidas de prevención incluidas en el cap. VII. **Por lo que el desarrollo del proyecto no pone en riesgo la calidad del suelo ni del acuífero del SAR.**

6. Los impactos de **alteración al confort sonoro** y **contaminación atmosférica** en las diferentes etapas del proyecto serán no significativos, ya que las fuentes que generaran emisiones de gases y polvos o generan ruido se encontrarán en espacios abiertos, lo que permitirá su dispersión, además que solo se darán temporalmente. **Por lo que no se pondrá en peligro la calidad de la atmosfera ni el confort sonoro.**
7. El impacto de **modificación del paisaje natural** será no significativo debido a que el desarrollo turístico en el SAR presenta un paisaje urbanizado de tipo turístico. **Por lo que el desarrollo del proyecto no ponen en riesgo la calidad visual del paisaje natural del SAR.**
8. **Los impactos ambientales identificados no ponen en riesgo los procesos y componentes del medio ambiente dentro del SAR.**

Adicionalmente en el Capítulo VII, se presentarán las medidas necesarias para prevenir, mitigar, controlar o compensar, según sea el caso, los impactos ambientales esperados en cada una de las etapas de desarrollo del proyecto, cuya ejecución permitirá disminuir la cantidad de impactos, que por sus atributos y naturaleza pueda provocar desequilibrios ecológicos de forma tal que se afecte la continuidad de los procesos naturales que actualmente ocurren en el SAR delimitado.



CAPÍTULO VI

JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA
AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO



Contenido

VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO	4
VI.1. Biodiversidad	5
VI.2. Flora silvestre	6
VI.2.1. Vegetación secundaria arbórea de la selva mediana subperennifolia	7
VI.2.1.1. Estrato arbóreo	8
VI.2.1.2. Estrato arbustivo	12
VI.2.1.3. Estrato herbáceo	16
VI.2.2. Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y especies endémicas	16
VI.2.3. Conclusiones	17
VI.2.4. Degradación de la vegetación	18
VI.2.5. Degradación de la vegetación sin Proyecto	18
VI.2.6. Degradación de la vegetación con proyecto	19
VI.2.6.1. Posterior al cambio de uso de suelo (sin medidas de mitigación)	19
VI.2.6.2. Posterior al cambio de uso de suelo (con medidas de mitigación y/o compensación)	19
VI.3. Fauna	20
VI.3.1. Índices de diversidad	21
VI.3.1.1. Clase Reptilia	21
VI.3.1.2. Clase Mammalia	22
VI.3.1.3. Clase Aves	23
VI.3.1.4. Diversidad total de vertebrados terrestres	25
VI.3.1.5. Comparación entre índices de diversidad	27
VI.3.2. Especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010	28
VI.3.3. Especies endémicas	30
VI.3.4. Estacionalidad de aves	30
VI.3.5. Conclusión	33
VI.4. Suelo	34
VI.4.1. Características de los suelos	35
VI.4.2. Porcentaje de Pendiente	35
VI.4.3. Servicios ambientales – Protección y recuperación de suelos	35
VI.4.4. Erosión	37
VI.4.5. Estimación de la Erosión potencial sin proyecto	38
VI.4.6. Estimación de la Erosión Potencial Con Proyecto	39
VI.4.7. Estimación de la Erosión Potencial Con Proyecto en su condición final	40
VI.4.8. Degradación del suelo	41
VI.4.9. Degradación del suelo sin Proyecto	43
VI.4.10. Degradación del suelo con Proyecto	43
VI.4.11. Conclusiones	45
VI.5. Calidad y captación del agua	45
VI.5.1. Hidrología subterránea	46
VI.5.2. Superficies de captación o recarga	46
VI.5.3. Conclusiones	47
VI.6. Justificación económica	48

VI.7. Justificación social

49

Figuras

<i>Figura VI.1. Tipos de vegetación en el polígono del proyecto.</i>	6
<i>Figura VI.2. Representación gráfica del I.V.I. Estrato arbóreo</i>	11
<i>Figura VI.3. Representación gráfica del I.V.I. Estrato arbóreo.</i>	12
<i>Figura VI.4. Representación gráfica del I.V.I. Estrato arbustivo. Dominancia=AB.</i>	15
<i>Figura VI.5. Representación gráfica del I.V.I. Estrato arbustivo. Dominancia=Cobertura.</i>	15
<i>Figura VI.6. Índice de Abundancia relativa de la Clase Reptilia para el polígono del Proyecto y el SAR.</i>	22
<i>Figura VI.7. Índice de Abundancia relativa de la Clase Mammalia para el polígono del Proyecto y el SAR.</i>	23
<i>Figura VI.8. Índice de abundancia relativa expresado en porcentaje de las especies de la clase Aves en el polígono del proyecto y en el SAR.</i>	25
<i>Figura VI. 9. Riqueza específica resultado de los muestreos realizados para el polígono del proyecto y en el SAR.</i>	26
<i>Figura VI. 10. Distribución de las especies bajo alguna categoría de riesgo en el polígono del proyecto y el SAR.</i>	29
<i>Figura VI. 11. Distribución de las especies bajo alguna categoría de riesgo en el polígono del proyecto.</i>	29
<i>Figura VI. 12. Estacionalidad expresada en porcentaje de las aves registradas en el polígono del proyecto y el SAR.</i>	32
<i>Figura VI. 13. Valoración de la erosión del suelo con y sin la aplicación de un proyecto de conservación.</i>	37
<i>Figura VI. 14. Procesos de degradación del suelo.</i>	42
<i>Figura VI.15. Relaciones entre las causas de la degradación de suelos forestales.</i>	43
<i>Figura VI.16. Valores económicos de los ecosistemas.</i>	48

Tablas

<i>Tabla 1. Tipo de vegetación por sitio de muestreo en el predio del proyecto.</i>	7
<i>Tabla 2. Listado florístico de especies registradas en Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia (VSA/SMQ).</i>	7
<i>Tabla 3. Parámetros descriptivos de la estructura general del estrato arbóreo en VSA/SMQ.</i>	8
<i>Tabla 4. Índices de Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Equidad de Pielou para el estrato arbóreo.</i>	9
<i>Tabla 5. Abundancia relativa. Estrato arbóreo.</i>	9
<i>Tabla 6. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbóreo con dominancia=área basal.</i>	10
<i>Tabla 7. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbóreo con dominancia=cobertura.</i>	11
<i>Tabla 8. Parámetros descriptivos de la estructura general del estrato arbustivo en VSA/SMQ.</i>	12
<i>Tabla 9. Índices de Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Equidad de Pielou para el estrato arbustivo.</i>	13
<i>Tabla 10. Abundancia relativa. Estrato arbustivo.</i>	14
<i>Tabla 11. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbustivo.</i>	14
<i>Tabla 12. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbustivo. Dominancia=Cobertura.</i>	15
<i>Tabla 13. Parámetros descriptivos de la estructura general del estrato herbáceo en VSA/SMQ.</i>	16
<i>Tabla 14. Especie en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro del polígono del proyecto.</i>	16
<i>Tabla 15. Especies de Reptiles observadas en SAR y polígono del Proyecto.</i>	21
<i>Tabla 16. Especies de Mamíferos observadas en el polígono del proyecto y SAR.</i>	22
<i>Tabla 17. Especies de aves observadas para el SAR y el polígono del Proyecto.</i>	24
<i>Tabla 18. Índices de diversidad obtenidos para los vertebrados observados en el polígono del proyecto y en el SAR.</i>	26
<i>Tabla 19. Cuadro resumen de los índices de diversidad obtenidos para las 4 clases de vertebrados observados en el polígono del proyecto y en el SAR.</i>	27
<i>Tabla 20. Comparación entre las muestras del polígono del proyecto y del Sistema Ambiental Regional, mediante la prueba t de Student.</i>	28
<i>Tabla 21. Estacionalidad de las aves registradas durante los muestreos de vertebrados silvestres para el polígono del proyecto.</i>	31
<i>Tabla 22. Cálculo de valor A, pérdida de suelo sin Proyecto.</i>	39
<i>Tabla 22. Clasificación de clases de riesgo en pérdida de suelo según la FAO-UNESCO (1981).</i>	39
<i>Tabla 23. Cálculo de valor A, pérdida de suelo con proyecto.</i>	40
<i>Tabla 24. Cálculo de valor A, posterior a la construcción y cobertura del suelo.</i>	41
<i>Tabla 25. Valoración económica de los recursos biológico-forestales presentes en los polígonos de CUS.</i>	49

VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

Con la ejecución del proyecto se realizará el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF), con base a los puntos descritos a continuación, que contienen los argumentos y elementos que demuestran que el presente proyecto, no compromete la biodiversidad, no provocará erosión de suelos, no habrá disminución de la calidad del agua o del aire, finalmente el uso propuesto será más productivo a largo plazo.

El artículo 117, párrafo primero, de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), establece:

“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.”

De la lectura anteriormente citada, se desprende que sólo le está permitido a la Secretaría, autorizar el CUSTF por excepción, cuando se demuestre a través de su documento técnico de CUSTF, los supuestos siguientes:

- Que no se comprometa la biodiversidad
- Que no se provocará la erosión de los suelos
- Que no se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución de su captación
- Los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo

Con el objeto de demostrar lo que establece el artículo 117, párrafo primero, de la LGDFS, de cuyo cumplimiento depende la autorización de CUSTF solicitada, se evocó al estudio, en tal virtud, con base en el análisis de la información generada, se centra en el examen de los cuatro supuestos arriba referidos, en los términos que a continuación se indican

VI.1. Biodiversidad

De acuerdo con el Artículo 117 de LGDFS, será posible autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción, siempre que se demuestre que no se compromete la biodiversidad. De acuerdo con la CONABIO la biodiversidad es la variedad de la vida, e incluye varios niveles de la organización biológica, desde especies de plantas, animales, hongos y microorganismos que viven en un espacio determinado, a su variabilidad genética, a los ecosistemas de los cuales forman parte estas especies y a los paisajes o regiones en donde se ubican los ecosistemas (biodiversidad.gob.mx).

Según la American Planning Association (APA), la biodiversidad no solo provee los beneficios directos de la comida, agua limpia, medicina y energía, también le asegura que su ambiente funciona en una manera que apoya la vida; desde la perspectiva de planificación de sitios, la biodiversidad es necesaria para limitar los efectos negativos causados por la contaminación, para proteger las cuencas hidrográficas y para combatir los efectos de la erosión del suelo, al igual que para proveer una protección contra las fluctuaciones del tiempo y el clima (planning.org).

La Península de Yucatán cuenta con una gran diversidad de vida silvestre, tanto de fauna como de flora, las regiones cubiertas por los hábitats naturales son abundantes, sin embargo debido a su gran potencial turístico y ecoturístico la zona costera ha sido sometida a un constante cambio, que ha modificado los esquemas naturales de la biodiversidad; esto no involucra menos biodiversidad pero si puede inferir en los ensambles de las comunidades tanto de flora como de fauna, todos los ecosistemas tiene una capacidad de regresar a su punto de equilibrio, particularmente en la zona donde se

pretende realizar el proyecto, que a la actualidad es considerada como una zona urbana, la dinámica de la biodiversidad se ajusta a un esquema de un ecosistema urbano.

VI.2. Flora silvestre

Como resultado de la evaluación de la vegetación dentro del predio del proyecto, se obtuvo el mapa de la siguiente **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** donde es posible observar que dentro del polígono del proyecto se tienen el tipo de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (el proyecto también considera un polígono B, color morado en la siguiente figura; sin embargo es un área ya modificada, tal como se expuso en el capítulo II).



Figura VII.1. Tipos de vegetación en el polígono del proyecto.

Para determinar indicadores de diversidad en el polígono del proyecto, se evaluaron dos sitios de muestreo. Se presenta a continuación el listado de los tipos de vegetación por sitio de muestreo dentro del polígono del proyecto, para posteriormente realizar la descripción de la composición y estructura (

Tabla 1).

Tabla 1. Tipo de vegetación por sitio de muestreo en el predio del proyecto.

ID sitio	Clave	Tipo de vegetación
1	P_VSA/SMQ1	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ)
2	P_VSA/SMQ2	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ)

VI.2.1. Vegetación secundaria arbórea de la selva mediana subperennifolia

La vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia dentro del polígono del proyecto se encuentra compuesta por dos clases, seis familias y seis géneros identificados, así como de siete diferentes especies (de las cuales una no fue determinada, debido a la ausencia de estructuras botánicas que permitieran llevar a cabo el proceso de identificación de la especie); de las cuales seis se hicieron presentes en el estrato arbóreo, tres en el arbustivo y una en el estrato herbáceo.

En la siguiente tabla se presenta el listado de las especies que lo componen.

Tabla 2. Listado florístico de especies registradas en Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia (VSA/SMQ).

Familia	Nombre científico	Nombre común/de campo	FC ¹	EC ³		
				NOM	IUCN	CITES
Clase Liliopsida						
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830)	Palma chit	A, Ar, H	A	-	-
Clase Magnoliopsida						

Familia	Nombre científico	Nombre común/de campo	FC ¹	EC ³		
				NOM	IUCN	CITES
Apocynaceae	<i>Thevetia ahouai</i> (L.) A. DC. (1844)	Thevetia	A	-	-	-
Boraginaceae	<i>Cordia sebestena</i> L. (1753)	Siricote	A	-	-	-
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg. (1890)	Chaká, palo mulato	A	-	-	-
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb. (1908)	Chechem	A	-	-	-
Fabaceae	<i>Pithecellobium keyense</i> Britton (1928)	Ya'ax k'aax	Ar	-	-	-
	sp. 2		A, Ar	-	-	-

1. **FC** (Forma de crecimiento): A, Arbóreo; Ar, Arbustivo; H, Herbáceo. 2. **EC** (Estado de conservación): NOM (NOM-059-SEMARNAT-2010): A, Amenazada; IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza): LC, Preocupación Menor; **CITES** (Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora).

VI.2.1.1. Estrato arbóreo

En la siguiente Tabla 3 se muestran los valores promedio de Diámetro de altura de pecho (DAP), área basal, altura y cobertura de dosel, así como abundancia relativa obtenidos de manera general para el estrato.

Tabla 3. Parámetros descriptivos de la estructura general del estrato arbóreo en VSA/SMQ.

Parámetro	DAP (cm)	Área basal (m ²)	Altura (m)	Cobertura (m ²)
Promedio	12.09	0.0124	3.97	7.8787
Máxima	25.34	0.0504	9.50	28.2743
Mínima	6.37	0.0032	2.00	1.2768

- **Indicadores de diversidad y abundancia relativa**

En la siguiente Tabla 4 se desglosa la estimación de los indicadores de diversidad (Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Pielou), para el estrato arbóreo.

Tabla 4. Índices de Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Equidad de Pielou para el estrato arbóreo.

Nombre científico	ni	pi	pi ²	-pi*Ln*pi	Abundancia relativa %
<i>Bursera simaruba</i>	1	0.0189	0.0004	0.0749	1.89
<i>Cordia sebestena</i>	9	0.1698	0.0288	0.3011	16.98
<i>Metopium brownei</i>	1	0.0189	0.0004	0.0749	1.89
<i>sp. 2</i>	6	0.1132	0.0128	0.2466	11.32
<i>Thevetia ahouai</i>	3	0.0566	0.0032	0.1625	5.66
<i>Thrinax radiata</i>	33	0.6226	0.3877	0.2950	62.26
Sumatoria (Σ)=	53	1.0000	0.4333	1.1551	100

Donde:	
Riqueza específica (S)=	6
Índice de Margalef (Dmg)=	1.2594
Índice de Simpson (D)=	0.4333
Diversidad de Simpson (1-D)=	0.5667
Índice de Shannon-Wiener (H')=	1.1551
Máxima diversidad (H _{max})=	1.7918
Equidad de Pielou (J') =	0.6447
H _{max} - H' =	0.6367

El estrato arbóreo está representado por una riqueza de seis especies, las cuales presentan uniformidad en su distribución de 0.6447 según el índice de Equidad de Pielou (J'), este dato indica que existe poca presencia de especies dominantes en este estrato, lo cual se puede corroborar con el índice de Simpson. En cuanto al índice de Shannon-Wiener (H'), este presenta un valor bajo comparado con el de la máxima diversidad que podría alcanzar el estrato representada por 1.1551.

En la siguiente Tabla 5 se puede observar que las especies *Thrinax radiata* y *Cordia sebestena*, en orden de mayor a menor presentan valores más altos en abundancia relativa.

Tabla 5. Abundancia relativa. Estrato arbóreo.

Nombre científico	Abundancia relativa %
<i>Thrinax radiata</i>	62.26
<i>Cordia sebestena</i>	16.98
<i>sp. 2</i>	11.32
<i>Thevetia ahouai</i>	5.66
<i>Bursera simaruba</i>	1.89
<i>Metopium brownei</i>	1.89
Sumatoria (Σ)=	100

- **Índice de valor de importancia**

Por su parte el índice de valor de importancia muestra cuales son las especies con mayor relevancia en este estrato, por su densidad, dominancia y frecuencia de aparición.

Índice de Valor de Importancia con Dominancia=área basal

En la siguiente tabla se muestra el índice de valor de importancia tomando en cuenta el área basal para el parámetro de dominancia:

Tabla 6. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbóreo con dominancia=área basal.

Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	I.V.I.
<i>Thrinax radiata</i>	62.2642	22.2222	63.3048	147.7912
<i>Cordia sebestena</i>	16.9811	22.2222	21.1902	60.3936
<i>sp. 2</i>	11.3208	22.2222	8.7545	42.2975
<i>Thevetia ahouai</i>	5.6604	11.1111	3.4452	20.2167
<i>Metopium brownei</i>	1.8868	11.1111	2.1632	15.1611
<i>Bursera simaruba</i>	1.8868	11.1111	1.1421	14.1400
Totales	100	100	100	300

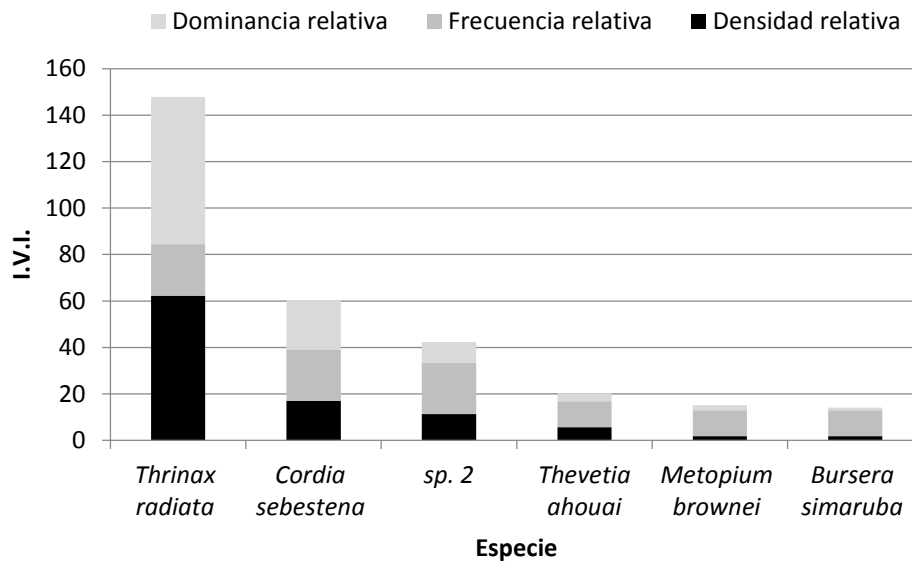


Figura VI.2. Representación gráfica del I.V.I. Estrato arbóreo

Como se puede observar, en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** las especies con mayor valor de importancia en el estrato arbóreo (con dominancia=área basal) son *Thrinax radiata* y *Cordia sebestena*.

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 7. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbóreo con dominancia=cobertura.

Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	I.V.I.
<i>Thrinax radiata</i>	62.2642	22.2222	55.0458	139.5322
<i>Cordia sebestena</i>	16.9811	22.2222	21.4724	60.6757
<i>sp. 2</i>	11.3208	22.2222	13.8176	47.3606
<i>Thevetia ahouai</i>	5.6604	11.1111	6.4391	23.2105
<i>Bursera simaruba</i>	1.8868	11.1111	1.8340	14.8319
<i>Metopium brownei</i>	1.8868	11.1111	1.3912	14.3891
Total=	100	100	100	300

Como se puede apreciar en la siguiente figura, al reemplazar la dominancia de área basal por el valor de cobertura, las especies con mayor importancia conservan su orden, mientras que las de valores menores cambian.

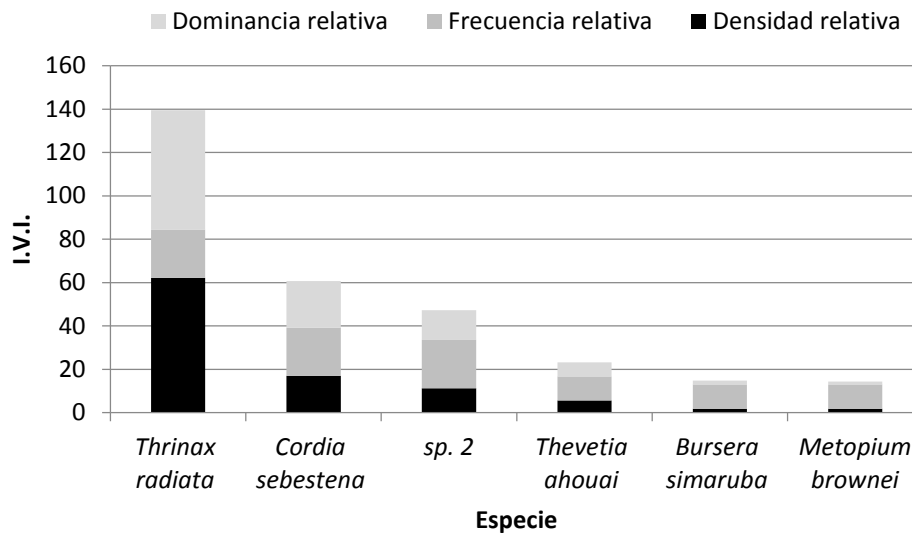


Figura VI.3. Representación gráfica del I.V.I. Estrato arbóreo.

En las **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y 3 se puede observar que la especie que presenta un mayor índice de valor de importancia es *Thrinax radiata* con una amplia dominancia y densidad.

VI.2.1.2. Estrato arbustivo

En la siguiente tabla se muestran los valores promedio de altura y cobertura, de manera general para el estrato arbustivo.

Tabla 8. Parámetros descriptivos de la estructura general del estrato arbustivo en VSA/SMQ.

Parámetro	DAP (cm)	Área basal (m ²)	Altura (m)	Cobertura (m ²)
Promedio	6.64	0.0043	1.64	2.2841
Máxima	16.00	0.0201	2.80	7.6699
Mínima	2.00	0.0003	0.94	0.1452

- **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 9. Índices de Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Equidad de Pielou para el estrato arbustivo.

Nombre científico	ni	pi	pi ²	-pi*Ln*pi	Abundancia relativa %
<i>Cordia sebestena</i>	1	0.0101	0.0001	0.0464	1.01
<i>Pithecellobium keyense</i>	3	0.0303	0.0009	0.1060	3.03
<i>sp. 2</i>	7	0.0707	0.0050	0.1873	7.07
<i>Thrinax radiata</i>	88	0.8889	0.7901	0.1047	88.89
Sumatoria (Σ)=	99	1.0000	0.7961	0.4444	100.00

Donde:	
Riqueza específica (S)=	4
Índice de Margalef (Dmg)=	0.6529
Índice de Simpson (D)=	0.7961
Diversidad de Simpson (1-D)=	0.2039
Índice de Shannon-Wiener (H')=	0.4444
Máxima diversidad (H _{max})=	1.3863
Equidad de Pielou (J') =	0.3206
H _{max} - H' =	0.9419

El estrato arbustivo está representado por una riqueza de cuatro especies, las cuales presentan una uniformidad en su distribución de 0.3206 según el índice de Equidad de Pielou (J'), este dato indica que hay presencia de especies dominantes en este estrato representada por el índice de Simpson, el cual expresado en términos de dominancia da un valor de 0.7961. En cuanto al índice de Shannon-Wiener (H'), este presenta un valor lejano al de la máxima diversidad que podría alcanzar el estrato. En general presenta una baja diversidad, con dominancia de una especie.

En la siguiente Tabla 10 se puede observar que la especie *Thrinax radiata* presenta el más alto valor en abundancia relativa.

Tabla 10. Abundancia relativa. Estrato arbustivo.

Nombre científico	Abundancia relativa %
<i>Thrinax radiata</i>	88.89
sp. 2	7.07
<i>Pithecellobium keyense</i>	3.03
<i>Cordia sebestena</i>	1.01
Sumatoria (Σ)=	100.00

- **Índice de valor de importancia**

En cuanto al índice de valor de importancia, *Thrinax radiata* es la mejor representada, tanto Densidad como en frecuencia y Dominancia. En las siguientes tablas y figuras se presentan los cálculos de índice de valor de importancia, dominancia, frecuencia.

Tabla 11. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbustivo.

Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	I.V.I.
<i>Thrinax radiata</i>	88.8889	33.3333	92.5881	214.8103
sp. 2	7.0707	33.3333	1.9496	42.3537
<i>Cordia sebestena</i>	1.0101	16.6667	5.1761	22.8528
<i>Pithecellobium keyense</i>	3.0303	16.6667	0.2862	19.9832
TOTALES=	100	100	100	300

Dominancia=AB

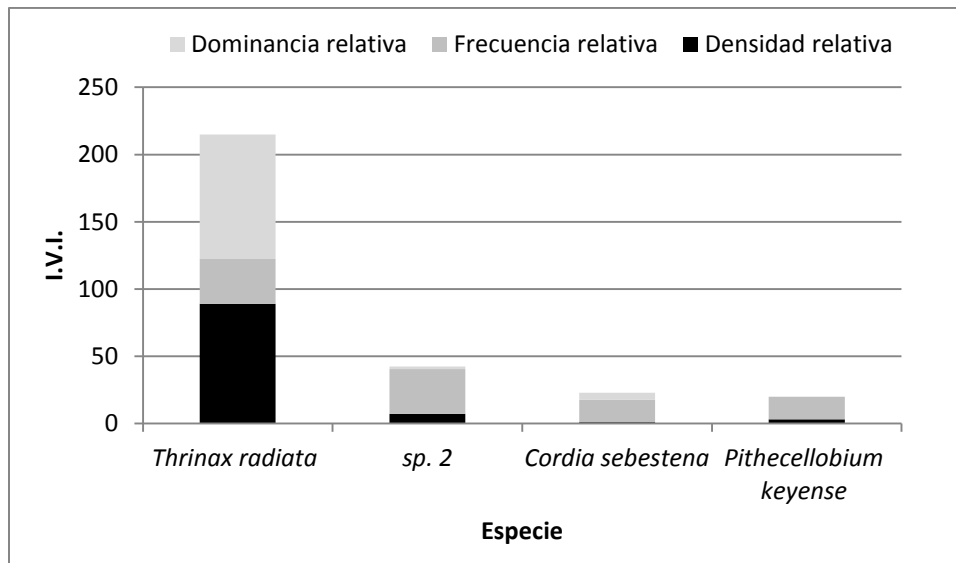


Figura VI.4. Representación gráfica del I.V.I. Estrato arbustivo. Dominancia=AB.

Tabla 12. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbustivo. Dominancia=Cobertura.

Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	I.V.I.
<i>Thrinax radiata</i>	88.8889	33.3333	90.6526	212.8748
<i>sp. 2</i>	7.0707	33.3333	4.6749	45.0789
<i>Pithecellobium keyense</i>	3.0303	16.6667	1.9280	21.6249
<i>Cordia sebestena</i>	1.0101	16.6667	2.7446	20.4213
Total=	100	100	100	300

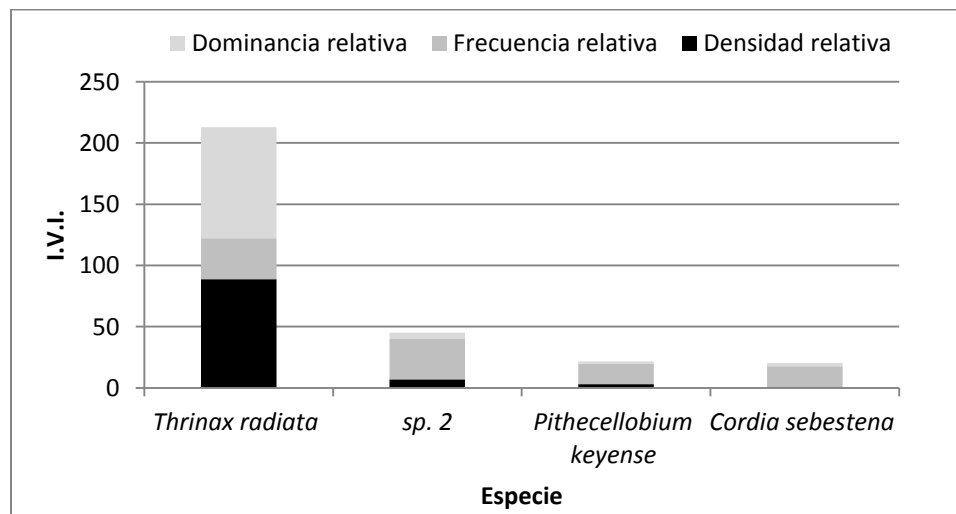


Figura VI.5. Representación gráfica del I.V.I. Estrato arbustivo. Dominancia=Cobertura.

VI.2.1.3. Estrato herbáceo

Para este tipo de vegetación en este estrato se registró solamente a la especie *Thrinax radiata*, de la cual se contabilizaron cinco ejemplares. Dada la información obtenida no es posible realizar los cálculos de los índices de diversidad que se presentan para los estratos arbustivo y arbóreo ver siguiente tabla.

Tabla 13. Parámetros descriptivos de la estructura general del estrato herbáceo en VSA/SMQ.

Parámetro	Altura (m)	Cobertura (m ²)
Promedio	0.34	0.0984
Máxima	0.40	0.1353
Mínima	0.27	0.0616

VI.2.2. Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y especies endémicas

La caracterización de vegetación realizada dentro del polígono del proyecto, generó importantes resultados, relacionados principalmente con la identificación de especies de gran importancia para la conservación. La norma mexicana que regula la protección de la vida silvestre, es la NOM-059-SEMARNAT-2010, la cual contiene un listado de especies con una categoría de riesgo, dicho listado es la referencia para elaborar este apartado (ver siguiente tabla).

Se identificó a la especie *Thrinax radiata* la cual se encuentra inmersa en la categoría de Amenazadas (A).

Tabla 14. Especie en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro del polígono del proyecto.

Familia	Nombre científico	Nombre común	FC ¹	End ²	EC ³		
					NOM	IUCN	CITES
Clase Liliopsida							
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. (1830)	Palma chit	A, Ar, H	-	A	-	-

1. FC (Forma de crecimiento): A, Arbóreo; Ar, Arbustivo; H, Herbáceo; R, Regeneración. **2. End (Endemismo)** E, Endémica; M, México; NE, No Endémica. **3. EC (Estado de conservación):** **NOM** (NOM-059-SEMARNAT-2010): A, Amenazada. **IUCN** (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza): LC, Preocupación Menor; **CITES** (Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora).

El caso de la palma chit, tiene importancia debido a que, como otras especies de palmas, su aprovechamiento es realizado de una forma muy intensa, debido a la ausencia de planes de manejo y conservación, las poblaciones silvestres de esta palma (entre otras) se vieron afectadas por dichas actividades, resulta de gran importancia plantear estrategias que permitan asegurar el cuidado de los individuos de esta especie, de tal manera que no se ve afectada la supervivencia en las zonas de su distribución natural.

VI.2.3. Conclusiones

Resultado de esta comparación de los ensambles de la comunidad vegetal entre el SAR y el polígono del proyecto, es conveniente decir que el predio presenta un relicto de vegetación, la cual es acorde a las características microclimáticas del sitio; es arriesgado decir que la diversidad es mayor dentro del predio respecto al SAR, ya que de acuerdo con la bibliografía los fragmentos de tamaño reducido ven comprometida la diversidad florística que pueden albergar, particularmente dentro del predio la riqueza específica se ve favorecida por la poca accesibilidad que se tiene al predio, al ser este una propiedad privada con vigilancia continua.

Referente a la especie de palma *Thrinax radiata*, y con la finalidad de cumplir todas aquellas disposiciones jurídicas aplicables (particularmente a la NOM-059-SEMARNAT-2010), se proponen medidas preventivas y de compensación, como medidas preventivas se realizará la reubicación de los individuos de la palma chit, en zonas donde se asegure su permanencia y sobrevivencia.

Al ser un fragmento de vegetación comprendida por menos de una hectárea de vegetación, se asegura que no se pondrá en riesgo la pérdida de ninguna especie bajo alguna categoría de protección, tampoco se pone en riesgo de ninguna comunidad vegetal exclusiva dentro del predio, dando así cumplimiento a lo establecido por el artículo 117 de la LGDFS, para lo cual se considera adecuada la justificación para autorizar el cambio de

uso de suelo en terrenos forestales, ya que se demuestra que no se compromete la biodiversidad florística.

VI.2.4. Degradación de la vegetación

De acuerdo con Cuevas *et al.* (2010), el proceso de degradación de la vegetación se produce cuando se altera la cubierta vegetal original sin llegar a su total remoción, permaneciendo sólo ciertas especies o comunidades vegetales. Este proceso, si bien no tiene un impacto tan alto como la pérdida total, produce cambios que alteran la estructura de los ecosistemas y con ella los bienes y servicios que la vegetación.

VI.2.5. Degradación de la vegetación sin Proyecto

De acuerdo a Cuevas *et al.* (2010), la vegetación en el SAR está pasando por un proceso de degradación de la vegetación primaria, mientras que la vegetación secundaria no ha sufrido cambios significativos, lo cual se obtuvo a partir de un análisis espacial en SIG, de la vegetación entre los años 1976 y 2009. En especial el polígono del proyecto representa un fragmento aislado de vegetación, que ha sufrido distintos tipos y grados de perturbación, entre ellos fenómenos naturales como huracanes e inducidos como el efecto borde, conduciéndolo a encontrarse actualmente en un estado sucesional de vegetación secundaria, en lo que respecta a la vegetación de selva mediana subperennifolia, caracterizado por presentar entre sus componentes especies pioneras representativas de vegetación secundaria.

El efecto borde consiste en la generación de microclimas variables y de condiciones edáficas dinámicas, ambas determinadas por la transición de hábitats (en este caso con un medio urbano), se expresa esencialmente en la generación de micrositios favorables para el establecimiento vegetal, de especies persistentes (tolerantes a la luz) cerca del borde y de especies pioneras más allá de la influencia directa del borde.

VI.2.6. Degradación de la vegetación con proyecto

VI.2.6.1. Posterior al cambio de uso de suelo (sin medidas de mitigación)

Tomando en consideración el concepto de degradación de la vegetación, según Cuevas *et al.* (2010), en un escenario posterior al cambio de uso de suelo, la vegetación enfrentaría un proceso de degradación por pérdida de una superficie de 0.537413 ha cubierta por selva mediana subperennifolia en su fase secundaria, misma que tardaría un periodo demasiado prolongado en recuperarse de manera natural; el mismo autor señala, que a nivel nacional estos tipos de vegetación se regeneran únicamente en un 10% del total de la superficie perdida. Por lo que la aplicación de medidas de mitigación y compensación cobra relevancia al ofrecer las condiciones y facilitar el proceso de regeneración.

VI.2.6.2. Posterior al cambio de uso de suelo (con medidas de mitigación y/o compensación)

Como principales medidas de mitigación y/o compensación a considerar sobre los impactos a la vegetación, se encuentran la ejecución del Programa de Rescate y Reubicación de ejemplares de flora silvestre, así como su reubicación en las áreas verdes ajardinadas que se acondicionen como parte del diseño del proyecto.

En este contexto, la degradación de la vegetación estaría dada en términos de superficie, durante el desarrollo del proyecto, mas no de manera totalitaria en términos de biodiversidad, puesto que se realizará el rescate de ejemplares de especies con alto valor de importancia para los tipos de vegetación a afectar, así mismo al realizarse su reubicación se propiciaría el inicio de la regeneración.

VI.3. Fauna

Para obtener la riqueza específica de fauna, se tomaron en cuenta los registros obtenidos para el SAR y el polígono del proyecto, obteniendo un total de 39 especies de vertebrados, contenidas en 3 clases, 10 órdenes, 30 familias, y 35 géneros, de los cuales, la clase Reptilia, se encuentra representada por 6 especies, un orden, seis familias, y seis géneros. La clase Mammalia, se encuentra representada por 4 especies contenida en 3 órdenes, 4 familias y 4 géneros. Finalmente, la clase Aves se encuentra representada por 28 especies, contenidas en 6 órdenes, 20 familias y 25 géneros.

Los vertebrados registrados en el polígono del proyecto corresponden a 21 especies de vertebrados contenidas en 2 clases, 7 órdenes, 18 familias, y 20 géneros. **!Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, de los cuales, la clase Reptilia, se encuentra representada por 6 especies, un orden, seis familias, y seis géneros. La clase Aves se encuentra representada por 15 especies, contenidas en 6 órdenes, 12 familias y 14 géneros. Para la clase Mammalia no se reportaron especies.

Resultado de los muestreos realizados en el Sistema Ambiental Regional se registraron 30 especies, 3 clases, 9 órdenes, 24 familias y 28 géneros, de las cuales la clase Reptilia está contenida en 1 orden, 3 familias, 3 géneros y 4 especies; la clase Mammalia registra 4 especies, en 3 órdenes, 4 familias y cuatro géneros y la clase de Aves fue clasificada en 5 ordenes, 17 familias, 21 géneros y 22 especies, siendo la clase mejor representada.

De acuerdo con los resultados es posible determinar que, tanto en el área del proyecto como en el SAR, la clase Aves es el grupo más abundante y, en consecuencia, el mejor representado.

VI.3.1. Índices de diversidad

VI.3.1.1. Clase Reptilia

En el polígono del proyecto se observaron 6 especies de la Clase Reptilia, el total de individuos registrados para este grupo corresponden a 23, mientras que para el SAR delimitado para el Proyecto se obtuvo el registro de 4 especies, representadas por 30 individuos (siguiente tabla) En términos de porcentaje de abundancia relativa dentro del polígono del proyecto el 47.82% de los reptiles se encuentra representada por la especie *Anolis sagrei*, mientras que el 34.78% corresponde a *Ctenosaura similis*, ambas especies representan más del 80% de la clase dentro del polígono. Por otro lado, en las unidades de muestreo del SAR, se observó que *Ctenosaura similis* representa el 66.66% de los organismos registrados, y la especie *Anolis rodriguezii* constituye el 20% de IART (ver siguiente figura **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Tabla 15. Especies de Reptiles observadas en SAR y polígono del Proyecto.

ID	Especie	Polígono		SAR	
		<i>ni</i>	<i>pi</i>	<i>ni</i>	<i>pi</i>
1	<i>Anolis rodriguezii</i>	4	0.000	6	0.2
2	<i>Anolis sagrei</i>	11	0.4230	3	0.1
3	<i>Basiliscus vittatus</i>	1	0.0434	1	0.0033
4	<i>Ctenosaura similis</i>	8	0.3478	20	0.6666
5	<i>Conophis lineatus</i>	1	0.0434	0	0.000
6	<i>Leptophis mexicanus</i>	1	0.0434	0	0.000
7	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	1	0.0434	0	0.000
		4	23	30	
		S	6	4	

ni= número de individuos de la especie *i* (frecuencia). *N*= número total de individuos, *S*= número de especies.

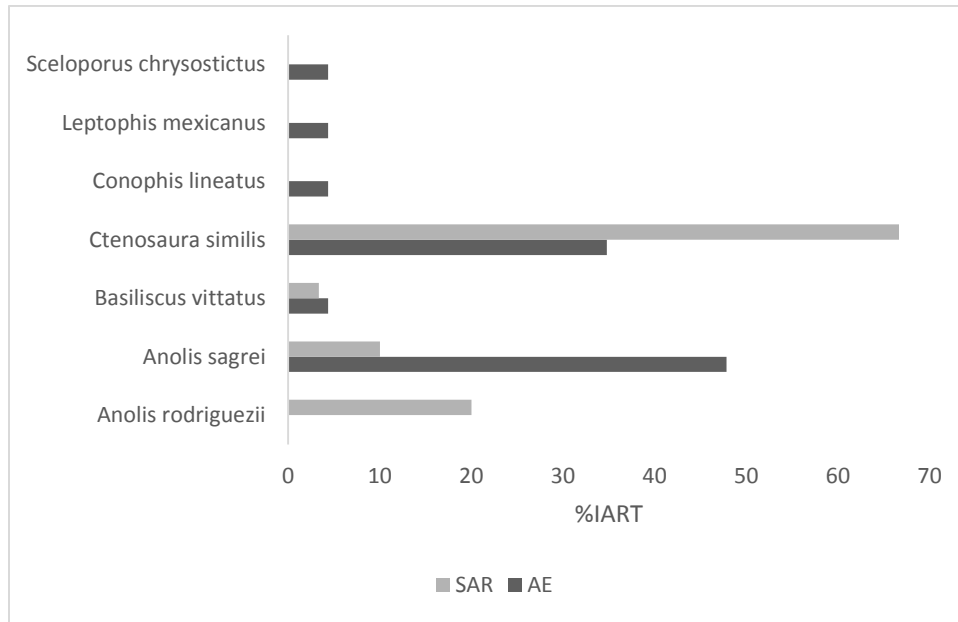


Figura VI.6. Índice de Abundancia relativa de la Clase Reptilia para el polígono del Proyecto y el SAR.

VI.3.1.2. Clase Mammalia

En el polígono del proyecto no se registró ninguna especie de mamíferos. Por el contrario, para el SAR los mamíferos se encuentran representados por 4 especies, de las cuales solo se reportó un individuo para cada especie (ver siguiente tabla). Las especies de mamíferos registradas para el SAR representan el 25% cada una de ellas (ver siguiente figura).

Tabla 16. Especies de Mamíferos observadas en el polígono del proyecto y SAR.

ID	Especie	Polígono		SAR	
		<i>ni</i>	<i>Pi</i>	<i>ni</i>	<i>pi</i>
1	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	0	0	1	25
2	<i>Cuniculus paca</i>	0	0	1	25
3	<i>Rhogeessa aeneus</i>	0	0	1	25
4	<i>Procyon lotor</i>	0	0	1	25
	N=	0		4	
	S=	0		4	

; *ni*= número de individuos de la especie *i* (frecuencia). *N*= número total de individuos, *S*= número de especies.

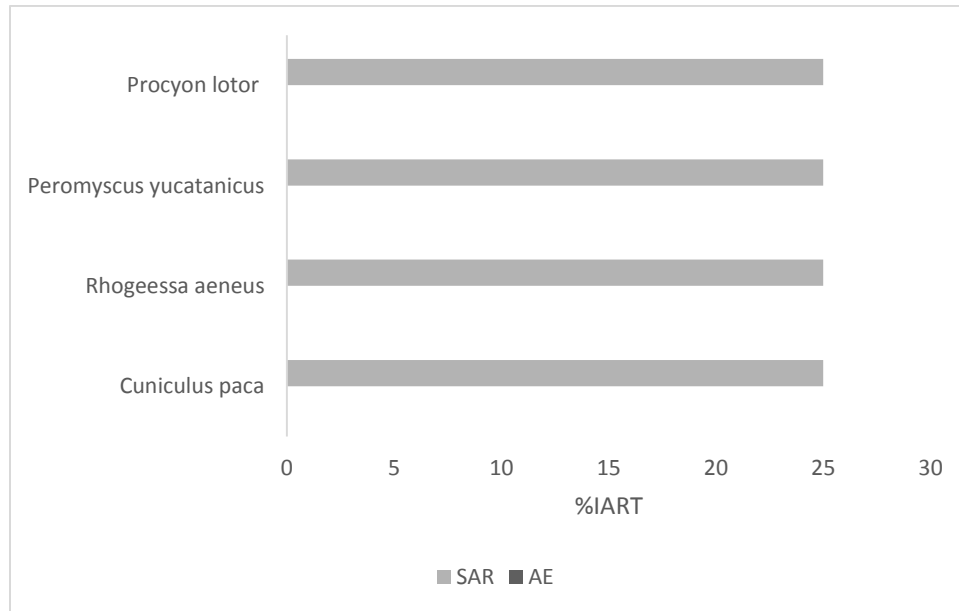


Figura VI.7. Índice de Abundancia relativa de la Clase Mammalia para el polígono del Proyecto y el SAR.

VI.3.1.3. Clase Aves

En las unidades de muestreo del polígono del Proyecto se registraron 15 especies de la clase Aves, representadas por 101 individuos. En términos de abundancia relativa, la especie más abundante corresponde a *Fregata magnificens* que concentra el 46.53%, mientras que la especie *Phalacrocorax auritus* y *Dives dives* concentran el 12.87% y 9.9%, respectivamente. Estas tres especies representan casi el 70% del total de las especies registradas dentro del polígono del proyecto (siguiente tabla **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), el resto de las especies concentran rangos menores al 6%. En los transectos realizados en el SAR se registraron 15 especies, representadas por 38 individuos, la especie más abundante en términos de %IART corresponde a *Fregata magnificens* con el 20.98%, la especie *Phalacrocorax auritus* con el 18.51% y *Pelecanus occidentalis* con 13.58% de abundancia relativa expresada en porcentaje, estas tres especies concentran más del 50% de abundancia en el SAR (ver siguiente figura).

Tabla 17. Especies de aves observadas para el SAR y el polígono del Proyecto.

ID	Especie	Polígono		SAR	
		<i>ni</i>	<i>pi</i>	<i>ni</i>	<i>pi</i>
1	<i>Arenaria interpres</i>	1	0.00990099	1	0.01234568
2	<i>Cathartes aura</i>	0	0	1	0.01234568
3	<i>Catharus ustulatus</i>	0	0	1	0.01234568
4	<i>Charadrius semipalmatus</i>	0	0	4	0.04938272
5	<i>Coereba flaveola</i>	2	0.01980198	0	0
6	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	0	0	1	0.01234568
7	<i>Dives dives</i>	10	0.0990099	2	0.02469136
8	<i>Euphonia affinis</i>	2	0.01980198	0	0
9	<i>Fregata magnificens</i>	47	0.46534653	17	0.20987654
10	<i>Hirundo rustica</i>	0	0	3	0.03703704
11	<i>Icterus cucullatus</i>	1	0.00990099	5	0.0617284
12	<i>Mimus gilvus</i>	6	0.05940594	3	0.03703704
13	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	0	0	2	0.02469136
14	<i>Oporornis philadelphia</i>	0	0	2	0.02469136
15	<i>Ortalis vetula</i>	2	0.01980198	0	0
16	<i>Pandion haliaetus</i>	1	0.00990099	1	0.01234568
17	<i>Parkesia motacilla</i>	0	0	1	0.01234568
18	<i>Parkesia noveboracensis</i>	0	0	1	0.01234568
19	<i>Pelecanus occidentalis</i>	3	0.02970297	11	0.13580247
20	<i>Phalacrocorax auritus</i>	13	0.12871287	15	0.18518519
21	<i>Piranga rubra</i>	0	0	1	0.01234568
22	<i>Pitangus sulphuratus</i>	0	0	1	0.01234568
23	<i>Quiscalus mexicanus</i>	5	0.04950495	2	0.02469136
24	<i>Setophaga magnolia</i>	0	0	5	0.0617284
25	<i>Setophaga palmarum</i>	1	0.00990099	0	0
26	<i>Setophaga petechia</i>	4	0.03960396	0	0
27	<i>Tyrannus melancholicus</i>	3	0.02970297	0	0
28	<i>Vireo flavoviridis</i>	0	0	1	
	N=	101		81	
	S=	15		22	

ni= número de individuos de la especie *i* (frecuencia), *pi*: abundancia relativa de la especie *i* ($pi=ni/N$). *N*= número total de individuos, *S*= número de especies

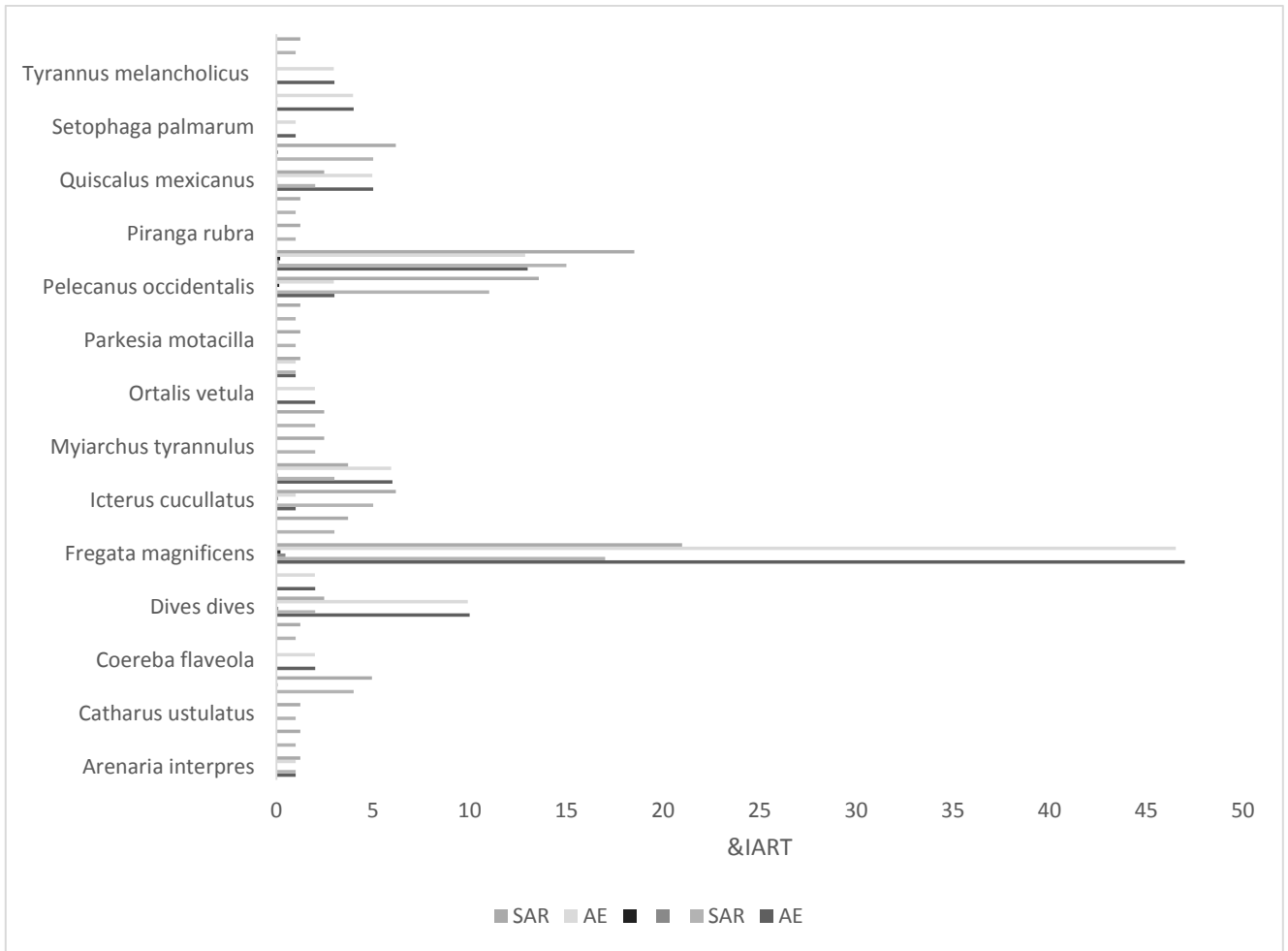


Figura VI.8. Índice de abundancia relativa expresado en porcentaje de las especies de la clase Aves en el polígono del proyecto y en el SAR.

VI.3.1.4. Diversidad total de vertebrados terrestres

La riqueza específica de especies del polígono del proyecto, es menor que la registrada en el SAR, con una diferencia de 9 especies. También, los índices de diversidad son menores para el área del polígono que para el SAR. No obstante, el número de registros dentro del polígono del proyecto es mayor a los registros en el SAR, como se muestra en la siguiente figura y tabla. **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**; esto debido a que el esfuerzo de muestreo realizado en el polígono del proyecto fue mayor que el realizado en el SAR, además las áreas que se muestrearon en el SAR presentaron condiciones mayormente perturbadas que las registradas en el polígono del proyecto.

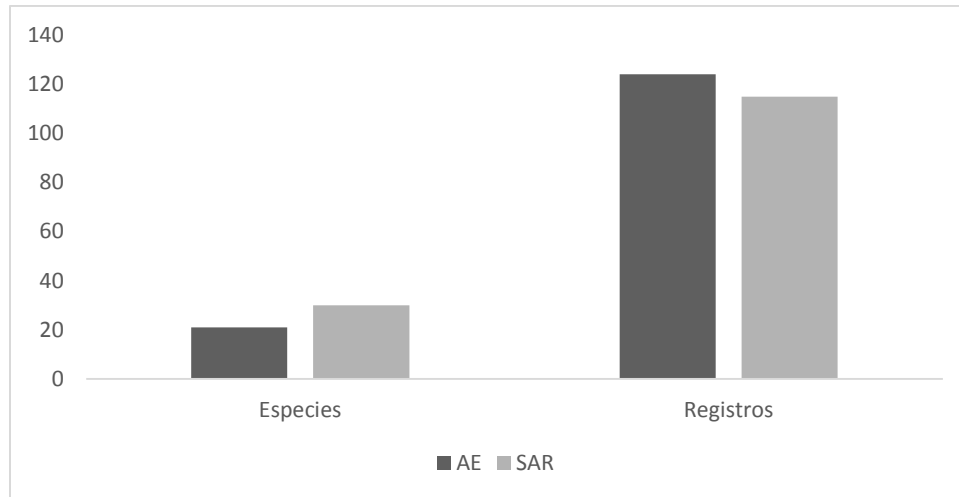


Figura VI. 9. Riqueza específica resultado de los muestreos realizados para el polígono del proyecto y en el SAR.

Tabla 18. Índices de diversidad obtenidos para los vertebrados observados en el polígono del proyecto y en el SAR.

Índice	Polígono	SAR
<i>S</i>	21	30
<i>N</i>	124	115
<i>D</i>	0.1807	0,0903
<i>1-D</i>	0.8193	0.9096
<i>H'</i>	2.226	2.807
<i>D_{mg}</i>	4.149	6.112

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_{mg}: índice de diversidad de Margalef.

Los índices de diversidad del polígono del proyecto evidencian valores de diversidad media; la Clase Reptilia obtiene valores bajos, que evidencian una baja diversidad D_{mg} (1.595), mientras que la clase de Aves obtiene valores medios D_{mg} (3.034).

Por otro lado, los índices de diversidad del SAR para la clase Reptilia muestran valores mayores que para el polígono D_{mgf} (1.559). En el caso de los mamíferos tiene valor el índice tiene un valor medio D_{mgf} (2.164), el cual no puede ser comparado con el polígono. Para las aves, los valores del índice de diversidad obtenido para el SAR es de D_{mgf} (4.779), mayores que los del Proyecto (siguiente tabla).

Tabla 19. Cuadro resumen de los índices de diversidad obtenidos para las 4 clases de vertebrados observados en el polígono del proyecto y en el SAR.

Índice	Polígono			SAR		
	Reptilia	Mammalia	Aves	Reptilia	Mammalia	Aves
<i>S</i>	6	0	15	4	4	22
<i>N</i>	23	0	101	30	4	81
<i>D</i>	0.3573	-	0.2538	0.4956	0.25	0.1135
<i>1-D</i>	0.6427	-	0.7462	0.5044	0.75	0.8865
<i>H'</i>	1.265	-	1.918	0.9358	1.386	2.556
<i>D_{mg}</i>	1.595	-	3.034	0.882	2.164	4.779

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_{mg}: índice de diversidad de Margalef.

VI.3.1.5. Comparación entre índices de diversidad

Para probar si las muestras provienen de poblaciones con medias iguales se corrió una prueba *t* de student a los índices Shannon-Wiener (Hammer, 2013; Moreno, 2001) y de dominancia de Simpson (Hammer, 2013) obtenidos en el polígono del proyecto y en el SAR.

En el siguiente tabla se presentan los estadísticos obtenidos a partir de la prueba *t* de Student, realizadas a las muestras provenientes del polígono del proyecto y del SAR. En este sentido, se encontró que no hay diferencias entre los valores de los índices Shannon-Wiener, es decir la diversidad de vertebrados en el polígono del proyecto y el SAR son similares, pues el valor de *t* obtenido es menor al de *t* de tablas, mientras que para el caso del índice de Simpson la prueba *t* demuestra que ambas localidades demuestran dominancias similares pues el valor de *t* obtenido es menor al valor de *t* de tablas (Moreno, 2001) con un valor de significancia de $p < 0.05$ en ambos casos.

Tabla 20. Comparación entre las muestras del polígono del proyecto y del Sistema Ambiental Regional, mediante la prueba t de Student.

	Polígono del proyecto	Sistema Ambiental Regional
Shannon-Wiener (H')		
H':	2.2765	2.876
Var.:	0.012404	0.01527
P:	0.00055243	
T:	-3.5013	
g.l.:	238.58	
t de tablas:	1.660	
Simpson (D)		
D:	0.18067	0.090359
Var.:	0.00081011	0.00014537
P:	0.0039643	
T:	2.9217	
g.l.:	166.71	
t de tablas:	1.9	

En el caso del índice de Shannon $p > 0.05$, $t_{0.5(2)g.l.} > t$ de tablas existe diferencias en las muestras, mientras que en los valores del índice de Simpson no existe una diferencia significativa $p > 0.05$, $t_{0.5(2)g.l.} < t$ de tablas.

VI.3.2. Especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010

Del total de especies se reportan 2 especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010, correspondientes a la clase Reptilia. En el polígono del proyecto se registraron las especies de reptiles *Ctenosaura similis* y *Leptophis mexicanus*, las cuales de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, se encuentran en el estatus de Amenazadas (A), mientras que en el SAR se registró la especie *Ctenosaura similis*.

Los registros de especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro polígono del proyecto, corresponden a un manchón de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperenifolia aislado y en la zona de playa, cabe resaltar que la especie de iguana es abundante, sin embargo, solo se tomó en consideración aquellos registros observados dentro de las unidades de muestreo. En los siguientes mapas se muestra la

distribución de los organismos dentro de alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010 para el SAR y el polígono del Proyecto.

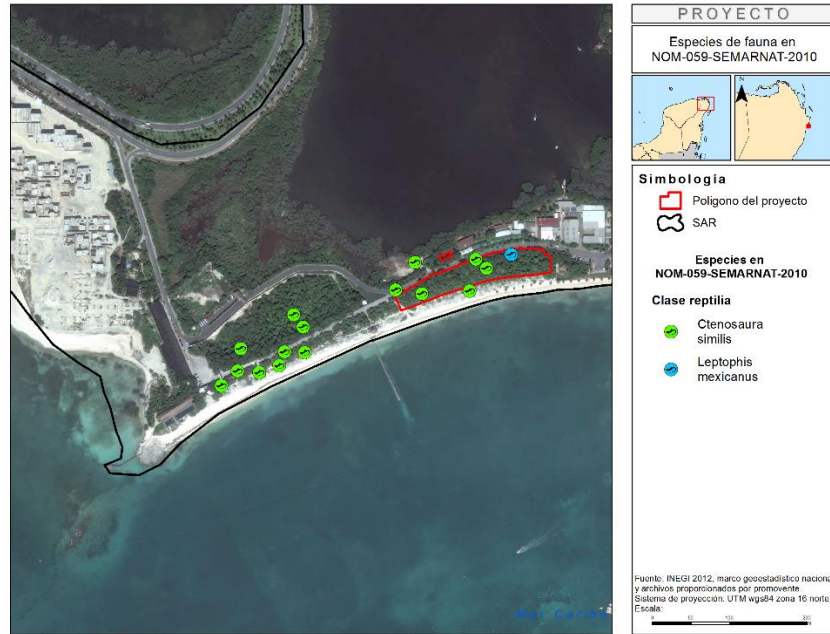


Figura VI. 10. Distribución de las especies bajo alguna categoría de riesgo en el polígono del proyecto y el SAR.

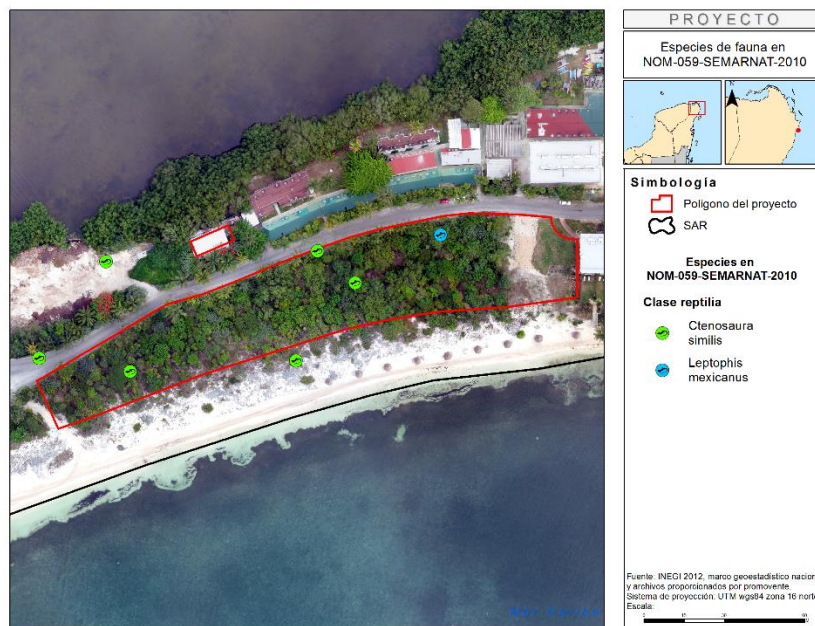


Figura VI. 11. Distribución de las especies bajo alguna categoría de riesgo en el polígono del proyecto.

VI.3.3. Especies endémicas

Las especies endémicas son dos, *Icterus cucullatus* y *Cyanocorax yucatanicus*. La primera especie se reporta para el polígono del proyecto y el SAR y la segunda solamente para el SAR.

El bolsero encapuchado (*Icterus cucullatus*) es considerada una especie semiendémica porque se encuentra distribuida en Estados Unidos, México y Belice. En México se distribuye en los estados de Baja California norte y sur, Sonora, Sinaloa, y los estados que se encuentran en el Golfo de México (incluyendo la Península de Yucatán).

La chara yucateca (*Cyanocorax yucatanicus*) se encontró en el SAR, se considera una especie cuasiendémica por distribuirse en la Península de Yucatán y la región norte de Belice y Guatemala.

VI.3.4. Estacionalidad de aves

Del total general se observaron 28 especies de aves (ver siguiente tabla), de las cuales 13 (46.42%) fueron residentes y 15 Migratorias (53.58%). Durante los muestreos dentro del polígono del proyecto se observaron 15 especies de aves. Del total de aves registradas en el polígono del proyecto, 5 especies (33.33%) resultaron migratorias y 10 (66.67%) especies residentes, mientras tanto en el SAR del total de especies registradas (22), 14 especies (63.63%) especies resultaron migratorias y 8 (36.37%) especies residentes (siguiente figura).

Tabla 21. Estacionalidad de las aves registradas durante los muestreos de vertebrados silvestres para el polígono del proyecto.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ESTACIONALIDAD	AE	SAR
Aves	Accipitriformes	Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	gavilán pescador	M	X	X
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	M		X
Aves	Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius semipalmatus</i>	chorlo semipalmeado	M		X
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Arenaria interpres</i>	Vuelvepiedras rojizo	M	X	X
Aves	Passeriformes	Cinclidae	<i>Coereba flaveola</i>	reinita-mielera	R	X	
AVES	Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca vetula	R	X	
Aves	Suliformes	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata magnifica	M	X	X
AVES	Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Urraca yucateca	R		X
Aves	Passeriformes	Fringillidae	<i>Euphonia affinis</i>	eufonia garganta negra	R	X	
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Dives dives</i>	tordo cantor	R	X	X
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	bolsero encapuchado	R	X	X
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	zanate mayor	R	X	X
AVES	Passeriformes	Icteridae	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	R	X	X
AVES	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	M		X
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga petechia</i>	chipe amarillo	R	X	
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga palmarum</i>	chipe playero	M	X	
AVES	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga magnolia</i>	Chipe de magnolia	M		X
AVES	Passeriformes	Parulidae	<i>Oporornis philadelphia</i>	Chipe enlutado	M		X
AVES	Passeriformes	Parulidae	<i>Parkesia motacilla</i>	Chipe arroyero	M		X
AVES	Passeriformes	Parulidae	<i>Parkesia noveborasensis</i>	Chipe charquero	M		X

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ESTACIONALIDAD	AE	SAR
AVES	Passeriformes	Thraupidae	<i>Piranga rubra</i>	Tángara Roja	M		X
AVES	Passeriformes	Turdidae	<i>Catharus ustulatus</i>	Zoarzal de Swainson	M		X
AVES	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Papamoscas tirano	R		X
AVES	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	R		X
AVES	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	R	X	
AVES	Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo flavoviridis</i>	Vireo verdeamarillo	M		X
Aves	Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelicano pardo	R	X	X
Aves	Pelecaniformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax auritus</i>	cormorán orejudo	M	X	X

M=Migratorio, R=Residente.

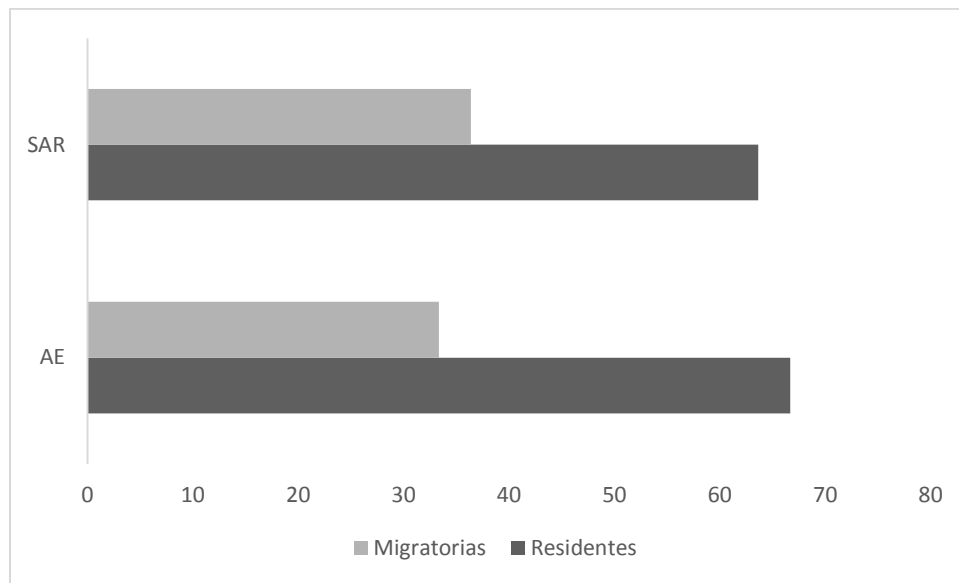


Figura VI. 12. Estacionalidad expresada en porcentaje de las aves registradas en el polígono del proyecto y el SAR.

VI.3.5. Conclusión

En conclusión, se registraron 21 especies de vertebrados silvestres en el polígono del proyecto, contenidas 7 órdenes, 18 familias, y 20 géneros. Mientras que en el SAR fueron 30 especies contenidas en 9 órdenes, 24 familias y 28 géneros.

En el polígono del proyecto se registró la especie *Ctenosaura similis* y *Leptophis mexicanus*, que de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, se encuentran en el estatus de Amenazada, además de ser especies endémicas para la península de Yucatán; mientras que pasa el SAR solo se registró la especie *Ctenosaura similis*.

Del total general se observaron 28 especies de aves, de las cuales 13 (46.42%) fueron residentes y 15 Migratorias (53.58%). Durante los muestreos dentro del polígono del proyecto se observaron 15 especies de aves. Del total de aves registradas en el polígono del proyecto, 5 especies (33.33%) especies resultaron migratorias y 10 (66.67%) especies residentes, mientras tanto en el SAR del total de especies registradas (22), 14 especies (63.63%) especies resultaron migratorias y 8 (36.37%) especies residentes.

El polígono del proyecto se encuentra parcialmente aislado por zonas hoteleras, además de que las imágenes satelitales y el trabajo en campo permitieron comprobar que el predio contiene un pequeño relicto de vegetación rodeada de desarrollos turísticos, con base en los resultados arrojados por el análisis de t de student se comprobó que las poblaciones no son significativamente diferentes, por lo que es probable que formen parte de una misma comunidad dentro del SAR.

Representa un espacio con la mayoría de las condiciones necesarias para que habiten especies pequeñas o simplemente sea ocupado como sitio de descanso y alimentación. Dentro de las especies de reptiles registradas para el predio, se registró la especie *Anolis sagrei* la cual es indicador de perturbación ambiental en la zona del polígono del proyecto,

Como ocurre en la mayoría de inventarios de fauna terrestre, el grupo de las aves es el grupo con mayor número de especies, derivado de la actividad que presenta este grupo.

No se registró ninguna especie de la Clase Amphibia, se relaciona con la ausencia de cuerpos de agua a los que están ligados este grupo por las características de su historia de vida.

Lo elementos anteriores permiten inferir que el sitio presenta cierta perturbación, ya que es un fragmento de vegetación aislada, inmerso en una zona con importante desarrollo turístico.

La afectación del polígono del proyecto no alterará de manera importante la diversidad del SAR, siempre y cuando se mantengan medidas que garanticen la integridad del entorno, tales como reforestación y cuidado post-plantación de las especies reforestadas, rescate y reubicación de fauna, con especial importancia a las especies en NOM-059.

VI.4. Suelo

Siguiendo la línea para dar cumplimiento al artículo 117 de la LGDFS, será posible autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción, siempre que se demuestre que no se provocará la erosión de suelos; el suelo como componente de todos los ecosistemas, presta una serie de servicios ambientales a la sociedad y vida silvestre, uno de los principales servicios es el soporte y suministro de nutrientes a las plantas, lo que se vincula con la reducción de la producción mundial de alimentos. Otras funciones que cumple el suelo es la filtración de agua para la recarga de acuíferos, es el medio donde se realizan los ciclos biogeoquímicos necesario para el reciclaje de compuestos orgánicos, además de ser el hábitat de insectos, bacterias, etc. (Cotler et al., 2007).

Se entiende que la erosión es un proceso natural que forma parte del ciclo geomorfológico (erosión-transporte-sedimentación), ligado a la dinámica evolutiva de la superficie del planeta, existen factores naturales y antropogénicos que aceleran el proceso natural de erosión. Dentro de los factores naturales que causan la erosión del suelo se encuentra el viento y el agua, por otra parte, se consideran factores

antropogénicos el cambio de uso de suelo o modificación de la cobertura vegetal, asociado al desarrollo de alguna actividad humana (como pastoreo, cortes de laderas y extracción de materiales, entre otros).

VI.4.1. Características de los suelos

Dentro del predio en el cual se ubica el proyecto, se registró solamente un tipo de suelo, el arenosol que ocupa una superficie total de 0.629285 ha (100%) dentro del predio.

Los arenosoles del latín *arena*: arena. Literalmente, suelos arenosos que se localizan principalmente en zonas tropicales o templadas muy lluviosas del sureste de México. La vegetación que presentan es variable. Se caracterizan por ser de textura gruesa, con más de 65% de arena al menos en el primer metro de profundidad. En México son muy escasos, y su presencia se limita principalmente a las llanuras y pantanos tabasqueños 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 erosión va de moderada a alta. Su símbolo es (Q).

VI.4.2. Porcentaje de Pendiente

La pendiente del polígono 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 construcción debido a que no se requieren nivelaciones, sin embargo las actividades agropecuarias se dificultan por la falta de drenaje natural del agua de lluvia.

VI.4.3. Servicios ambientales – Protección y recuperación de suelos

A la actualidad se reconoce la importancia de los suelos, al ser el soporte de la vegetación y las características ecológicas asociadas a la misma, de tal manera que se identifica la amenaza potencial por la degradación de suelos y el efecto de este sobre los servicios ambientales que ofrece.

Se identifican los siguientes servicios ambientales del suelo:

- Es el microambiente de una gran diversidad de vida, que va desde las bacterias, protozoarios, artrópodos y nematodos, hasta fauna de mayor tamaño.
- Es parte indispensable en los diferentes procesos biogeoquímicos, uno de los más relevantes es el proceso de fijación de nitrógeno atmosférico.
- También destaca en importancia por ser un sumidero de carbono, lo que contribuye a amortiguar los efectos de los gases invernadero, sobre la atmósfera y por consiguiente sobre el cambio climático.
- Infiltración de agua al subsuelo.
- Interviene en la regulación climática por la capacidad de infiltración y evaporación de agua y por la absorción de la radiación solar de onda corta, así como su posterior reemisión en forma de onda larga o por corrientes de convección, que producen el calentamiento de la atmósfera.
- Producción de biomasa vegetal (alimentos).
- Es la fuente de materiales de construcción como arenas, gravas y arcillas, y otros materiales como piedras y metales preciosos.

Aun cuando se reconoce la potencial amenaza sobre los servicios ambientales relacionados con el suelo, las dimensiones de la superficie donde se realizarán modificaciones por el desarrollo del Proyecto (donde se realizará el cambio de uso de suelo), es una superficie que no supera una hectárea, por lo que se considera que su efecto es muy localizado y su magnitud es muy baja, tomando en cuenta además que el predio se encuentra dentro de la zona urbana de Cancún y que sus colindancias actualmente están ocupadas por infraestructura turística.

VI.4.4. Erosión

La erosión de suelos es uno de los riesgos ambientales más importantes en México. A pesar de haber sido estudiado durante varias décadas, el conocimiento actual de este proceso es aún bastante escaso y superficial (Cotler *et al.*, 2011).

De acuerdo con la evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana de la SEMARNAT, se reconoce que el 45% del territorio nacional (888,968.75 km²) muestra un cierto grado de degradación de suelo, principalmente a través de la erosión hídrica y del agotamiento de nutrientes, donde las actividades agrícolas ocasionan el 77% de deterioro.

Cotler *et al.*, 2011 menciona en su valoración del costo de la erosión del suelo, que la implementación de medidas de conservación de suelos, aumentan el valor de los suelos en el tiempo presente pero el beneficio proyectado a futuro es mayor (ver siguiente figura).

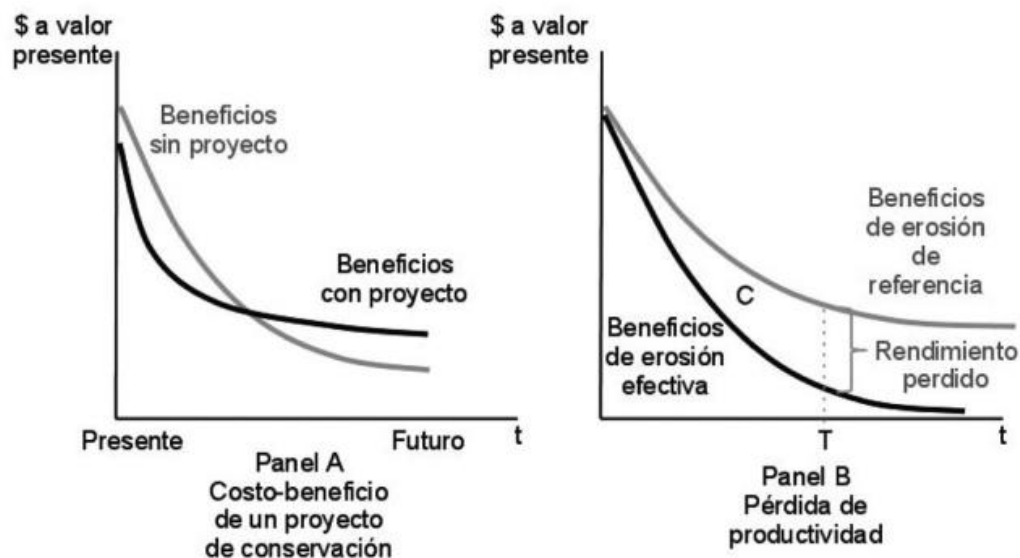


Figura VI. 13. Valoración de la erosión del suelo con y sin la aplicación de un proyecto de conservación.

Estos mismos autores señalan que, en México 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 producción del maíz, ocasiona por la erosión del suelo.

Las evaluaciones que predominan sobre los efectos de la erosión del suelo se enfocan principalmente a la pérdida de productividad en suelos agrícolas, sin embargo, Guerrero-Campos (2005) menciona que son escasas las valoraciones que se hacen respecto a la erosión y su efecto sobre la vegetación, desde la perspectiva ecológico-botánico.

Guerrero-Campos (2005) en su revisión bibliográfica sobre el efecto de la erosión en la cubierta vegetal identifica las siguientes generalidades relevantes:

El incremento de la erosión del suelo produce un descenso muy claro y mantenido en la cobertura vegetal, tiene un efecto recíproco ya que esta disminución de la cubierta vegetal favorece un incremento todavía mayor de la erosión del suelo.

Desde una perspectiva florística y fitosociológica, se ha observado que la degradación de la comunidad debida a procesos erosivos ocasiona una simplificación (o empobrecimiento) florística, así como una pérdida de muchas de las especies características de la comunidad.

VI.4.5. Estimación de la Erosión potencial sin proyecto

De acuerdo a la estimación de la pérdida de suelo en toneladas por hectárea por año, que se obtiene mediante la aplicación de la fórmula universal de pérdida de suelo, el análisis de los factores R, K, LS, C y P que se mencionaron anteriormente y considerando una superficie de 0.537413 ha. que corresponden a vegetación secundaria de selva mediana subperenifolia, que será la superficie sujeta a cambio de uso de suelo. A pesar de que el proyecto considera otras áreas estas no se incluyeron debido a que no se verán modificadas con el desarrollo del proyecto. Los cálculos se presentan a continuación:

Tabla 22. Cálculo de valor A, pérdida de suelo sin Proyecto.

Tipo de suelo	R	K	LS	C	P	A	PROYECTO (Has)	TON/PROY
ARENOS OL	356.3733 239	0.08507631 3	1.2455819 29	0.13	1	4.9094122 48	0.537413	2.63838196

Por lo que según los cálculos realizados, el panorama actual de erosión del suelo dentro del predio, bajo la situación de presentar cubierta vegetal en una superficie de 0.6292 ha, se obtuvo una pérdida de suelo de 2.6383 toneladas, de acuerdo a la clasificación de la FAO-Unesco (1981) el volumen de suelo perdido (Ton/ha.año), se encuentra dentro de la clase nulo o ligero con un rango de pérdida menor a 30 ton/ha.año. La clasificación de riesgos en pérdida de suelo se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 23. Clasificación de clases de riesgo en pérdida de suelo según la FAO-UNESCO (1981).

Clase de Riesgo	Rango de pérdida
Nulo a Ligero	menor a 30 t/ha.año
Bajo	30-60 tn/ha.año
Moderado	60-120 tn/ha.año
Alto	120-360 tn/ha.año
Muy Alto	mayor a 360 tn/ha.año

VI.4.6. Estimación de la Erosión Potencial Con Proyecto

Para la estimación de la erosión 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 pérdida de suelo sin acciones de control o cobertura es de 40.59049 toneladas por año para el área del proyecto (ver siguiente tabla **Error! La autoreferencia al marcador no es válida.**). Se consideraron 0.537413 ha que es la superficie en la que se desarrollará el cambio de uso de suelo la cual quedará desnuda una vez se termine la etapa de preparación del sitio debido a que serán removidas las zonas con vegetación natural.

Tabla 24. Cálculo de valor A, pérdida de suelo con proyecto.

Tipo de suelo	R	K	LS	C	P	A	PROYECTO (Has)	TON/PRO Y
ARENOSOL	356.37332 39	0.08507631 3	1.24558192 9	1	2	75.529419 2	0.537413	40.59049

De acuerdo a la clasificación de la FAO-Unesco (1981) el volumen de suelo perdido (Ton/ha.año) puede considerarse bajo (30-60 ton/ha.año).

VI.4.7. Estimación de la Erosión Potencial Con Proyecto en su condición final

Para la determinación de la erosión una vez realizadas las acciones de control de la erosión, pero considerando de forma primordial que el suelo será cubierto principalmente por material cementante compactado y edificaciones, se estimó el valor de la erosión con base en un factor C para una cobertura de piedra triturada a un volumen bajo de aplicación en una pendiente menor al 16%, resultando un valor de 0.05.

El desarrollo de cualquier proyecto involucra modificaciones a los sitios donde se efectuaran las actividades, en este sentido aun cuando se estima que el rango de pérdida de suelo durante la fase más invasiva del proyecto (preparación del sitio), es bajo (30-60 ton/ha.año), como parte de las medidas preventivas y de mitigación el proyecto contempla llevar a cabo acciones para reducir la erosión del suelo ocasionada por la remoción de vegetación dentro del predio del proyecto, por mencionar algunas medidas se tiene la aplicación de un Programa de Manejo Integral de Residuos y evitar que se realicen acciones de reparación a la maquinaria o vehículos dentro de las áreas del proyecto, entre otras.

Se realizó el cálculo de la erosión del suelo bajo un escenario donde se implementen medidas de prevención y mitigación, reduciéndose a 1.01476 toneladas anuales, posterior a la construcción y recubrimiento con material cementante (ver siguiente tabla).

Tabla 25. Cálculo de valor A, posterior a la construcción y cobertura del suelo.

Tipo de suelo	R	K	LS	C	P	A	PROYECTO (Has)	VOL/PRO Y
ARENOSOL	1.27 01	2.3982478 8	1.24558192 9	0.0 5	1	1.8882354 8	0.537413	1.01476

Como puede observarse una vez que se han implementado las medidas de mitigación y el proyecto se encuentra en su etapa final, la estimación de la pérdida anual de suelo se ve reducida, una vez que la estimación dadas las condiciones actuales muestra una pérdida de 2.63 toneladas anuales y con el proyecto en su etapa final de 1.01476 toneladas anuales. Estos valores se encuentran muy por debajo en el rango de las clases de riesgo en pérdida de suelo, siendo de nulo a ligero al encontrarse dentro del rango menor a las 30 t/ha.año.

Finalmente para justificar que *no se provocará la erosión de los suelos*, es importante resaltar que únicamente los valores se incrementan (40.5904 toneladas por año) durante las actividades de despalme, sin embargo se realizarán medidas preventivas para controlar y reducir la pérdida de suelo, la etapa de preparación del sitio donde se tiene el mayor efecto sobre la pérdida de suelo, es una etapa de tiempo reducido comparado con el tiempo total de ejecución y operación del proyecto, por otra parte posterior a las actividades de construcción, donde se contempla la operación del proyecto, la erosión se reduce considerablemente, incluso los valores estimados son menores a la pérdida de suelo que actualmente se presenta dentro del predio, por lo que la erosión se le considera dentro de un riesgo de pérdida de suelo nulo a ligero.

VI.4.8. Degradación del suelo

De acuerdo con la FAO (<http://www.fao.org/soils-portal/degradacion-del-suelo/es/>) la degradación del suelo se define como un cambio en la salud del suelo resultando en una

disminución de la capacidad del ecosistema para producir bienes o prestar servicios para sus beneficiarios, la degradación de suelos puede tener las siguientes consecuencias:

De acuerdo con Mataix (1999) se tienen los procesos en disminución de rendimiento en la producción vegetal así como:

- Pérdida de recursos, incluido el suelo
- Mayor necesidad de insumos agrícolas
- Descenso del valor del suelo y pérdida del mismo
- Reducción de las poblaciones vegetal y animal

Dentro del predio del proyecto se identifica que sufrirá de un proceso de degradación física asociado a la erosión eólica y compactación durante la fase de preparación del sitio y construcción, también se tendrá un proceso de degradación biológica vinculado a la degradación de la cubierta vegetal, que ocurrirá durante el desmonte del predio (ver siguiente figura).



Figura VI. 14. Procesos de degradación del suelo.

Mataix (1999) también habla sobre la relevancia que tiene la degradación de los suelos forestales, y nos muestra en la siguiente figura las relaciones entre las causas de la degradación de suelos forestales.

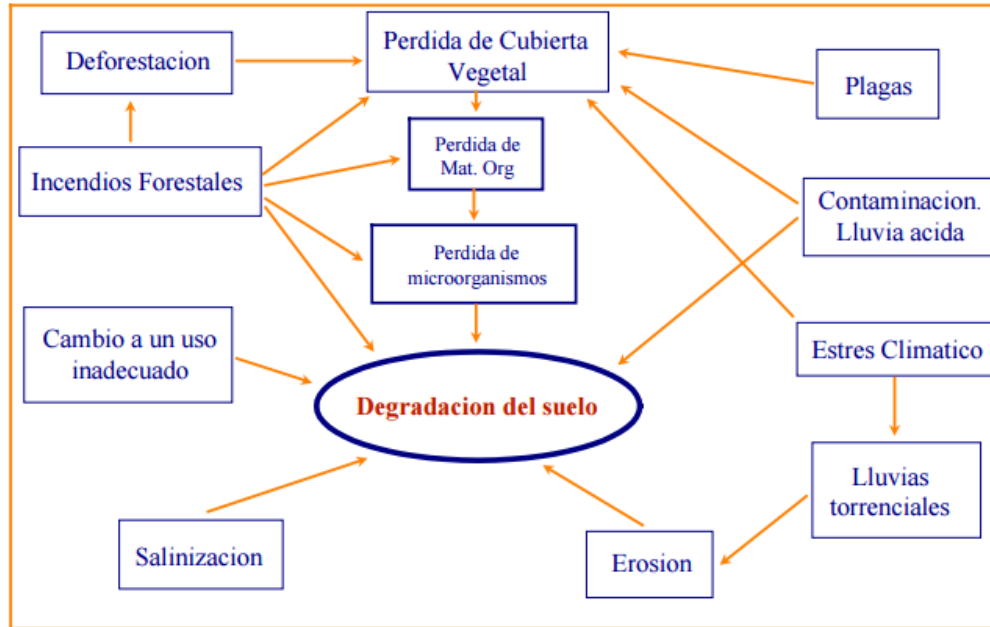


Figura VI.15. Relaciones entre las causas de la degradación de suelos forestales.

VI.4.9. Degradación del suelo sin Proyecto

La degradación del suelo que se contempla dentro del predio sin el desarrollo del proyecto es la degradación física vinculada con la erosión hídrica y eólica, en el apartado anterior se menciona cuáles fueron los valores calculados para el riesgo de pérdida de suelo sin proyecto. La degradación presente se considera como un proceso natural.

VI.4.10. Degradación del suelo con Proyecto

Por otra la parte el proceso natural de degradación del suelo dentro del predio del proyecto se ve intensificado por las diferentes actividades relacionadas al desarrollo del proyecto, además de acelerar el proceso de degradación física, se tiene riesgo de presentar degradación química y biológica.

La degradación física ocasionada por la erosión del suelo tiene que ver con el incremento en la pérdida de material, los resultados del cálculo del riesgo de pérdida de suelo fueron

presentados en el apartado anterior, donde se encontró que el riesgo de pérdida de suelo será mayor durante la fase de preparación del sitio y construcción, sin embargo esta etapa será por un tiempo reducido, donde se pretende aplicar medidas de mitigación para reducir al máximo la pérdida de material, por otra parte al realizar el recubrimiento de la superficie del predio con material cementante, el riesgo de pérdida de suelo se ve considerablemente reducida, de tal manera que se le puede considerar como nula o ligera.

En cuanto al proceso de degradación química, se considera como posible afectación durante la fase de preparación del sitio, relacionado con la presencia y actividad de maquinaria pesada, que pudiera bajo ciertas situaciones generar contaminación del suelo por derrames accidentales de combustibles o aceites; también se considera como posible causa de contaminación del suelo el depósito de materiales pétreos, derivados del proceso constructivo, que pudieran ser depositados en lugares no autorización, o bien el depósito de cualquier tipo de residuos, ya sean residuos sólidos urbanos, residuos peligrosos o de manejo especial. Aun cuando se considera como una posibilidad la ocurrencia de un proceso de degradación química de suelos por contaminación, lo cual se prevé como un posible impacto ambiental, su posibilidad de ocurrencia se reduce o elimina, al implementar un programa de manejo de residuos, con lo que se buscaría evitar cualquier tipo de contaminación del suelo dentro y fuera del predio del proyecto.

El tercer proceso de degradación del suelo que se identificó ocurrirá con el desarrollo del proyecto, es la degradación biológica, causado por la remoción total de la vegetación presente dentro del predio; la remoción total de una determinada superficie puede tener fuertes consecuencias en la características del suelo, siempre que este no se destine o programe previamente para determinada actividad, la causa de la remoción de la vegetación del predio, es desarrollar un proyecto ecoturístico, que traerá beneficios a la zona, se dará un uso que resulte productivo al predio del proyecto.

Finalmente, aun cuando el análisis muestra que el suelo del predio del proyecto sufrirá los efectos del proceso de degradación, la aplicación de medidas de mitigación reduce de

manera importante estos efectos; por otra parte al retirar la vegetación en el predio, se desarrollara un nuevo uso, que económicamente representa mayores beneficios.

VI.4.11. Conclusiones

Se considera que el impacto que tendrá el desarrollo del proyecto sobre el suelo, es reducido, al implementar medidas de mitigación englobadas en un programa de manejo de residuos, así como actividades relacionadas con la reducción en la erosión del suelo; dentro del predio la pendiente es muy reducida, no se considera realizar cortes de taludes o laderas, la superficie plana contribuye a tener un menor efecto sobre el riesgo de pérdida de suelo.

La degradación es un proceso inminente, sin embargo se buscará reducir su efecto con las medidas de mitigación, por otra parte se asegura que por las dimensiones del proyecto no se incidirá sobre ninguno de los servicios ambientales que prestan los suelos; la pérdida de cobertura vegetal se compensa con el cambio de uso de suelo una vez que se ha evaluado la viabilidad del proyecto y se llegó a la conclusión de que la productividad del sitio incrementará en términos económicos, trayendo beneficios locales.

VI.5. Calidad y captación del agua

Uno de los servicios ambientales de gran relevancia es la captura de agua, este servicio lo prestan las áreas cubiertas de vegetación arbórea, a través de la absorción o retención de agua proveniente de la lluvia precipitada, que conduce a su almacenamiento en cuerpos de agua subterránea como acuíferos.

La producción eficiente de este servicio tiene efectos no solo en la mejora de la disponibilidad de agua, sino que además prolonga la vida útil de las obras de infraestructura, conserva suelos y ayuda a mitigar los riesgos de desastres por

inundaciones y derrumbes. El agua de escurrimiento representa un porcentaje bajo del total de la precipitación. Esta cantidad de agua no se puede considerar como parte del servicio ambiental, dado que es el volumen que no puede capturar el bosque. Por su parte el agua infiltrada o percolada corresponde a la cantidad de agua que en realidad está capturando el bosque y que representa la oferta de agua producida por éste.

VI.5.1. Hidrología subterránea

En la zona donde se localiza el predio del proyecto la permeabilidad es alta, la península de Yucatán se caracteriza por presentar cenotes y aguas subterráneas, pero son reducidos cuerpos de agua superficiales del tipo lóticos; dentro del SAR se tiene una porción de la Laguna de Nichupté, sin embargo, en el predio del Proyecto no se tienen ningún cuerpo de agua.

En la zona donde se localiza el proyecto tampoco se tienen acuíferos, en el estado de Quintana Roo se tiene dos principales acuíferos, el Acuífero de Isla Cozumel y el Acuífero de Cerros y Valles, ninguno de ellos dentro o en los límites del predio del proyecto.

VI.5.2. Superficies de captación o recarga

Existen parámetros para el cálculo de la captación de agua dependiendo de la superficie y la vegetación que se tenga, la estimación realizada de infiltración del predio del proyecto, considerando el tipo de vegetación que predomina dentro del predio, muestra que el volumen de escurrimiento superficial en el proyecto que es de -2.912824 m^3 en promedio por mes y de 283.251065 m^3 totales al año.

El volumen de infiltración en el Proyecto dadas las condiciones naturales establecidas y con los datos disponibles del año 2015 es de $-3,248.06992 \text{ m}^3$ anuales, toda vez que de acuerdo al procedimiento empleado el volumen de pérdidas por evapotranspiración

supera el volumen de captación de agua por precipitación, sumando además a este efecto el volumen de escurrimiento.

Con la realización del cambio de uso de suelo se modificaran el volumen de infiltración toda vez que el suelo quedara desnudo (se considera una superficie de $5,374.13 \text{ m}^2$, se habrá removido por completo la cubierta vegetal lo que dejará el suelo totalmente desnudo en esta superficie, por lo que para la fase de preparación del sitio se obtuvo un valor del volumen de escurrimiento mensual de 33.796667 m^3 , lo que se reflejará en un volumen de infiltración anual de $1,587.464131 \text{ m}^3$; que corresponden a un volumen de infiltración anual de $-4,552.282993 \text{ m}^3$; el cual se mantiene aun cuando el predio alcanza su etapa final de construcción y operación, toda vez que la totalidad de los polígonos que conforman el Proyecto se verán cubiertas con material cementante; por lo cual el coeficiente considerado es el de zona urbana.

VI.5.3. Conclusiones

El proyecto no tendrá afectación sobre ningún cuerpo de agua, como se mencionó, dentro del predio no se tienen cauces de ríos o arroyos, tampoco se encuentra en una superficie de algún acuífero, de esta manera no habrá ningún cuerpo de agua modificado.

Los cálculos de infiltración de agua actuales en el predio presentan valores negativos, lo que indica nula infiltración ocasionado por el balance entre evaporación y precipitación, durante la etapa de preparación del sitio cuando se realice la remoción de la cubierta vegetal se considera que la infiltración de agua puede disminuir, sin embargo, los valores negativos estimados, nos muestran que la infiltración de agua es muy baja, que por las condiciones climáticas la evaporación es superior.

Por lo anterior, de acuerdo con el artículo 117 LGFS queda técnicamente demostrado que con el desarrollo del Proyecto de cambio de uso del suelo que se solicita en el presente documento, no provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación.

VI.6. Justificación económica

La valoración económica de los ecosistemas, servicios ambientales y biodiversidad en general, ha sido una herramienta propuesta por los economistas y los seguidores del desarrollo sustentable, que ha permitido a los estudiosos del tema y sociedad en general darse una idea del costo de estos atributos del medio ambiente, lo que permite visualizar las consecuencias económicas de su pérdida, degradación o disminución, sin dejar de lado su valor intrínseco.

En la siguiente figura se muestra un diagrama de los valores económicos de un ecosistema.

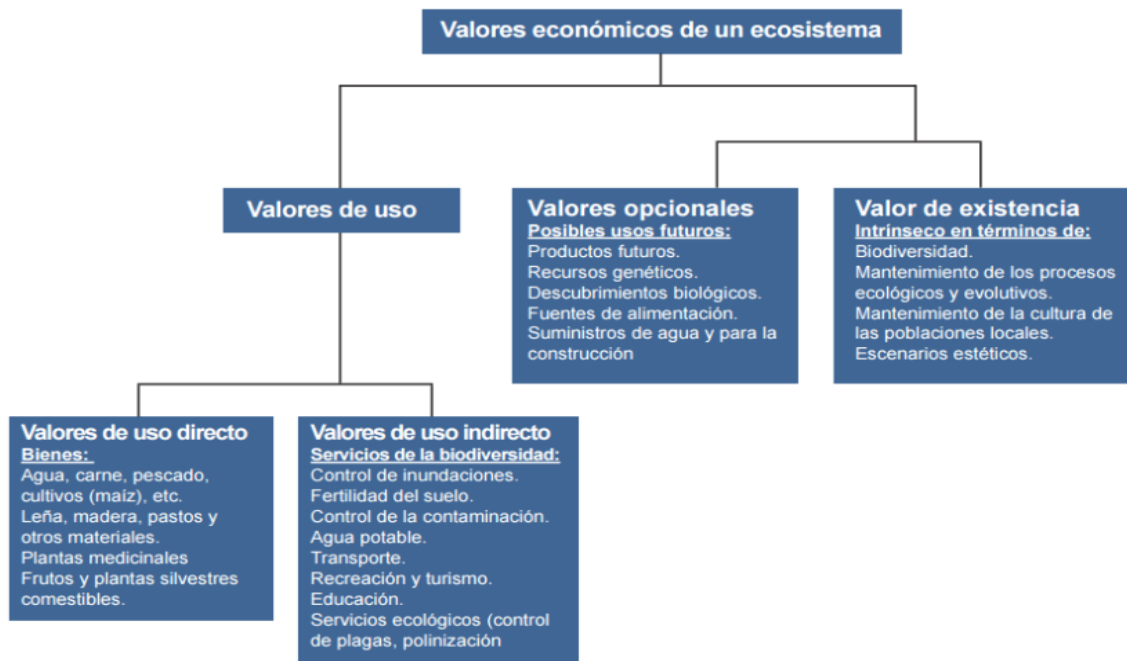


Figura VI.16. Valores económicos de los ecosistemas.

Para la cobertura vegetal considerada para el CUSTF en el proyecto se presenta el resumen de la estimación de los diferentes servicios prestados en el Proyecto, la cual

asciende a un valor de \$ 825,687.06 M.N. (ochocientos veinticinco mil seiscientos ochenta y siete pesos 06/100 M.N.) como se resume en la siguiente tabla.

Tabla 26. Valoración económica de los recursos biológico-forestales presentes en los polígonos de CUS.

Recurso biológico-forestal	Costo (\$)
Recursos forestales maderables	94,178.949
Recursos forestales no maderables (vegetación)	677,340
Fauna silvestre	43,269.49
Captura de carbono	10,898.623
Costo total de los recursos biológico-forestales=	825,687.06

El valor previamente presentado significa la pérdida económica que implica la pérdida de la cobertura vegetal. El valor de los recursos naturales supera un costo monetario al pensar principalmente en modificación de paisajes, pérdida de ejemplares de cualquier especie y el valor incalculable de estos recursos dentro de la cultura y/o antropología humana, así como la historia natural de especies y ecosistemas. Sin embargo, las medidas de mitigación aplicadas durante las diferentes etapas del proyecto disminuirán el impacto al ambiente, además una vez que el proyecto se encuentre en operación se estima que retorno de la inversión supere de manera importante el valor calculado en este apartado.

VI.7. Justificación social

Cancún es un lugar turístico, el desarrollo turístico ha adoptado un carácter turístico-urbano. El gran atractivo que ejerce Cancún en los ámbitos nacional e internacional ha motivado que, entre otros, reciba una importante afluencia de turistas; la oferta de hospedaje para satisfacer, la demanda del turismo nacional e internacional se refleja, sobre todo, en el número de habitaciones (Pérez Villegas y Carrascal, 1999).

El desarrollo del corredor turístico de Cancún hasta Punta Allen se ha traducido, en un importante proceso de crecimiento económico en la zona referida, sustentado, casi

exclusivamente, en las actividades relacionadas con el turismo. Por lo tanto, ha motivado un crecimiento inusitado de la población.

En el desarrollo turístico promueve el crecimiento económico, tanto directa como indirectamente. Primero, al estimular a otros sectores y segundo al incrementar el ingreso doméstico y la demanda. Diversos estudios han comprobado que efectivamente existe una relación directa entre el desarrollo turístico y el crecimiento económico de los sectores productivos.

El turismo, es cada vez más visto por su capacidad de impulsar una mayor relación con el resto del mundo, como por su potencial en la generación de divisas, por la creación de empleos y por sus aportaciones potenciales para el desarrollo de las regiones rezagadas, en el Plan Municipal de Desarrollo de Benito Juárez 2013-2016.

A partir del desarrollo del proyecto se contribuirá en la oferta de hospedaje en Cancún, además, impacta directamente en la población local, e incluso regional, al generar empleos, durante la etapa de construcción y operación del proyecto, de esta manera se vería fortalecida la economía de los pobladores, al generar empleos y presentar demanda de recursos locales, y a su vez habría un flujo de capital.



CAPÍTULO VII

ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Contenido

VII. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL	5
VII.1. PROGRAMA DE SUPERVISIÓN Y GESTIÓN AMBIENTAL	5
VII.1.1. Objetivo	8
VII.1.2. Indicadores de cumplimiento	8
VII.2. PROGRAMA DE DIFUSIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL	9
VII.2.1. Objetivo	9
VII.2.2. Estrategias	9
VII.2.3. Indicadores de cumplimiento del programa	11
VII.2.4. Requerimientos de material y equipo	12
VII.3. PROGRAMA DE PROTECCIÓN Y REUBICACIÓN DE FLORA	13
VII.3.1. Objetivos	13
VII.3.2. Estrategias	13
VII.3.3. Sitios de reubicación final	19
VII.3.4. Indicadores de cumplimiento del programa	25
VII.3.5. Requerimientos de personal, material y equipo	27
VII.4. PROGRAMA DE PROTECCIÓN Y REUBICACIÓN DE FAUNA	29
VII.4.1. Objetivo	29
VII.4.2. Estrategias	29
VII.4.3. Indicadores de cumplimiento	41
VII.4.4. Requerimientos de personal, materiales y equipo	43
VII.5. PROGRAMA DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE SUELOS	45
VII.5.1. Objetivos	45
VII.5.2. Estrategias	45
VII.5.3. Indicadores de cumplimiento	49
VII.5.4. Medidas de urgente aplicación	49
VII.5.4.1. Modificación del relieve	49
VII.5.4.2. Material vegetal no retirado	50
VII.5.4.3. Contaminación del suelo	50
VII.5.5. Requerimientos de personal, material y equipo	50
VII.6. PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS	52
VII.6.1. Objetivos	52
VII.6.2. Estrategias	52
VII.6.3. Impactos que serán atendidos por el programa	53
VII.6.4. Medidas de urgente aplicación	62
VII.6.5. Indicadores de cumplimiento	67
VII.6.6. Puntos de comprobación	68
VII.6.7. Requerimientos de personal, materiales y equipo	70
VII.7. MEDIDAS DE ATENCIÓN A IMPACTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS	71
VII.7.1. Medidas para el control de emisiones a la atmósfera	71
VII.7.1.1. Objetivos	71
VII.7.1.2. Estrategias	71
VII.7.1.3. Indicadores de cumplimiento	74

VII.7.1.4.	Requerimientos de material y equipo	74
VII.7.2.	PROGRAMA DE COMPENSACIÓN EN BENEFICIO DE LOS HUMEDALES	75
VII.7.2.1.	Objetivos	75
VII.7.2.2.	Estrategias	75
VII.7.2.3.	Indicadores de cumplimiento	78
VII.7.2.4.	Requerimientos de personal, material y equipo	79
VII.8.	ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO	80
VII.8.1.	Etapas de la restauración ecológica, aplicables al proyecto	85
VII.8.2.	Restauración del suelo y banco de semillas	85
VII.8.3.	Proximidad y calidad de la vegetación natural circundante	87
VII.8.4.	Selección de especies adaptadas a las condiciones de la zona a restaurar	87
VII.8.5.	Actividades de reforestación	88
VII.8.6.	Implementación de obras de captación hídrica	91
VII.8.7.	Actividades de mantenimiento y monitoreo	92
VII.8.8.	Costo estimado para las actividades de restauración por el cambio de uso de suelo propuesto	95

Figuras

<i>Figura VII.1. Estructura del Programa de Supervisión y Gestión Ambiental (PSGA).</i>	6
<i>Figura VII.2. Proporción aproximada que debe tener el cepellón con respecto a la altura del árbol (Fuente: http://abepyc.com/transplante/).</i>	15
<i>Figura VII.3. Ejemplo de construcción de un vivero para el resguardo de plantas y de platabandas (Fuente: http://tierrasselva.blogspot.mx/).</i>	18
<i>Figura VII.4. Sistema de cepa común (Fuente: http://tlajomulco.gob.mx).</i>	21
<i>Figura VII.5. Diseño de la plantación "Tresbolillo" (Fuente: CONAFOR, 2010).</i>	22
<i>Figura VII.6. Instrumentos y trampas para captura de reptiles (Fuente: www2.inecc.gob.mx).</i>	34
<i>Figura VII.7. Lazo montado en una vara o caña de pescar y lagartija lazada por el cuello. (Fuente: http://www2.inecc.gob.mx/).</i>	35
<i>Figura VII.8. Captura y manipulación de serpiente (Fuente; www2.inecc.gob.mx).</i>	35
<i>Figura VII.9. Aparato de contención utilizado para la captura de serpientes y vipéridos (Fuente: www2.inecc.gob.mx).</i>	36
<i>Figura VII.10. Escala porcentual del índice de supervivencia.</i>	43
<i>Figura VII.11. Ejemplo de pila de composta (www.sagarpa.gob.mx/).</i>	48
<i>Figura VII.12. Ejemplos de contenedores de almacenamiento de residuos. (Figura: www.fciencias.unam.mx).</i>	61
<i>Figura VII.13. Recolección externa de residuos sólidos. (Fuente: http://cancun.gob.mx/).</i>	66
<i>Figura VII.14. Ejemplo de sitio para disposición final de residuos sólidos. (Figura: www.fmdelsol.com).</i>	67
<i>Figura VII.15. Diagrama de operación para producción de mangles.</i>	76
<i>Figura VII.16. Diferentes propágulos de tierno a maduro (www.pronaturaveracruz.org).</i>	77
<i>Figura VII.17. Proceso de sucesión vegetal con restauración ecológica. Tomado de Martínez-Ramos y García Orth (2007).</i>	83
<i>Figura VII.18. Cambio sucesional en la frecuencia relativa de árboles con diferente diámetro a la altura del pecho (DAP).</i>	84
<i>Figura VII.19. Secuencia de la colocación de las plántulas.</i>	90
<i>Figura VII.20. Ejemplo de la disposición de las zanjas de infiltración.</i>	92

Tablas

<i>Tabla VII.1. Impactos ambientales y programas que los atenderá.</i>	7
<i>Tabla VII.2. Requerimientos de material y equipo.</i>	12
<i>Tabla VII.3. Acciones emergentes.</i>	25
<i>Tabla VII.4. Material y equipo para actividades de rescate.</i>	27
<i>Tabla VII.5. Material y equipo para la implementación del área de resguardo temporal.</i>	28
<i>Tabla VII.6. Insumos para mantenimiento y propagación.</i>	28
<i>Tabla VII.7. Formato de registro para la captura y reubicación de individuos de fauna.</i>	40
<i>Tabla VII.8. Lista de personal, material y equipo necesario para realizar las acciones de rescate y reubicación de fauna.</i>	43
<i>Tabla VII.9. Requerimiento de personal.</i>	44
<i>Tabla VII.10. Requerimientos de material y equipo.</i>	50
<i>Tabla VII.11. Impactos Ambientales y Medidas preventivas, mitigación, disposición y manejo.</i>	54
<i>Tabla VII.12. Residuos generados y contenedores.</i>	57
<i>Tabla VII.13. Inspecciones de orden y limpieza en los sitios de recolección de residuos.</i>	69
<i>Tabla VII.14. Inspección y vigilancia del manejo de residuos líquidos en las áreas de generación.</i>	69
<i>Tabla VII.15. Requerimientos de materia y equipo.</i>	70
<i>Tabla VII.16. Requerimientos de material y equipo.</i>	74
<i>Tabla VII.17. Material y equipo.</i>	79
<i>Tabla VII.18. Estimación del peso total de suelo orgánico en una superficie de 0.537413 ha, con suelo dominante tipo arenosol.</i>	86
<i>Tabla VII.19. Estimación del costo por tierra de monte (Considerando el suelo orgánico, para el caso del proyecto).</i>	86
<i>Tabla VII.20. Listado de especies seleccionadas para iniciar la restauración ecológica.</i>	88
<i>Tabla VII.21. Resumen de costos por actividades de restauración para un período de 20 años.</i>	95

VII. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

En el presente capítulo se proponen medidas de prevención, mitigación y compensación a los impactos ambientales que generará el desarrollo del proyecto, los cuales fueron identificados y valorados en el capítulo V del presente DTU.

Con el propósito de cumplir con las medidas propuestas, se han desarrollado programas que las incorporan. Los programas propuestos (referidos más adelante) se encuentran integrados, a su vez, en el **Programa de Supervisión y Gestión Ambiental (PSGA)**.

Este Programa de Supervisión y Gestión Ambiental se tomará como un instrumento que permitirá visualizar, evaluar y atender en conjunto los programas ambientales con un enfoque integral y una perspectiva regional. Este programa se describe a continuación:

VII.1. PROGRAMA DE SUPERVISIÓN Y GESTIÓN AMBIENTAL

El PSGA se encuentra estructurado por cinco programas ambientales y un grupo de medidas específicas, tal como se muestra en la siguiente figura. Adicionalmente, en la tabla siguiente se ejemplifica la relación de cada impacto ambiental con los programas ambientales, que serán de obligado cumplimiento durante todas las etapas del proyecto. En la tabla los impactos ambientales se agrupan conforme al factor ambiental (aire, agua, suelo, flora, fauna, paisaje y relieve) que serán afectados.



Figura VII.1. Estructura del Programa de Supervisión y Gestión Ambiental (PSGA).

Tabla VII.1. Impactos ambientales y programas que los atenderá.

FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	PROGRAMAS AMBIENTALES DE ATENCIÓN						
		PROGRAMA DE DIFUSIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL	PROGRAMA DE PROTECCIÓN Y REUBICACIÓN DE FLORA	PROGRAMA DE PROTECCIÓN, CONSERVACIÓN Y REUBICACIÓN DE FAUNA	PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS	PROGRAMA DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE SUELOS	MEDIDAS PARA EL CONTROL DE EMISIONES A LA ATMOSFERA.	MEDIDAS DE COMPENSACIÓN EN BENEFICIO DE LOS HUMEDALES
SUELO	Pérdida de suelo							Este programa se incluye como medida de compensación en beneficio de los humedales según la NOM-022-SEMARNAT-2003, ajustándose al numeral 4.43 de la misma
	Contaminación del suelo							
HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA	Contaminación del agua subterránea							
AIRE	Alteración al confort sonoro							
	Contaminación atmosférica							
FAUNA	Desplazamiento de individuos							
	Afectación al hábitat							
FLORA	Pérdida de cobertura vegetal							
PAISAJE	Modificación del paisaje natural							
RELIEVE	Afectación al afloramiento rocoso.							

VII.1.1. Objetivo

Verificar el cumplimiento y seguimiento de todos los programas ambientales, así como la efectividad de las medidas incluidas en éstos.

VII.1.2. Indicadores de cumplimiento

Con la finalidad de medir la eficiencia y el cumplimiento del presente programa, se establecen los siguientes indicadores:

- Informes continuos de acuerdo a las inspecciones realizadas por el supervisor ambiental.
- Reporte de las reuniones concertadas con los responsables de cada etapa, con el fin de planificar los métodos de ejecución. Lista de acuerdos y medidas estipuladas.
- Listas y documentación comprobable sobre el cumplimiento de las obligaciones voluntarias por parte de los actores involucrados en cada una de las etapas del proyecto.

VII.2. PROGRAMA DE DIFUSIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

Este programa considera la impartición de pláticas, cursos y materiales que permitan ayudar a la concientización sobre la importancia del medio ambiente, los cuales estarán dirigidos al personal del proyecto. Este programa prevé las bases para prevenir los impactos ambientales que se llegaran a ocasionar por el desarrollo del proyecto.

VII.2.1. Objetivo

- Concientizar, sensibilizar, informar y capacitar a los actores involucrados en cada etapa del proyecto sobre la importancia de cuidar los recursos naturales, y proteger y conservar la flora, fauna, y suelo, así como para llevar a cabo un buen manejo de residuos.

VII.2.2. Estrategias

A continuación se describen las estrategias previstas para alcanzar el objetivo propuesto:

1) Reglamento interno de protección ambiental

Elaborar un Reglamento Interno de Protección Ambiental, que considere los programas ambientales propuestos en el presente DTU, y que deberá ser observado en todas las etapas del proyecto. El reglamento deberá darse a conocer al personal, previo a las diferentes etapas del proyecto con la finalidad de que conozcan cuáles son las reglas internas.

2) Diseño y distribución de material

Esta estrategia engloba el diseño de material de difusión, se propone la elaboración de folletos que permita a los trabajadores estar mejor informados sobre la importancia del

medio ambiente, e involucrarse en los diferentes programas que integra el PSGA. Estos folletos deberán considerar los siguientes aspectos:

- Dar a conocer el valor de los ecosistemas y recursos naturales.
- Lista de acciones preventivas en el manejo de residuos.
- Concientizar sobre la importancia de minimizar la generación de residuos.
- Prohibir la extracción de especies de flora y fauna, haciendo énfasis en las registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Protección de flora y fauna existente en el área del proyecto.

3) Diseño e impartición de pláticas y cursos de capacitación ambiental

Previo al inicio de las actividades del proyecto, el personal involucrado en el mismo recibirá pláticas y cursos de concientización ambiental, en donde se pondrá especial énfasis en la importancia que tiene las actividades establecidas en el PSGA. Los temas estarán orientados a los siguientes aspectos:

- Acciones de protección de flora y fauna existente en el área del proyecto.
- Procedimiento de clasificación y manejo de los diferentes tipos de residuos que se generarán en cada una de las etapas del proyecto.
- Problemas que genera el inadecuado manejo de residuos.
- Importancia del uso racional de los recursos.
- Importancia de mantener buenos hábitos de higiene en la zona de trabajo para la conservación de un ambiente de trabajo sano y digno.

4) Colocación de señalamientos de prohibición y concientización en todas las etapas del proyecto

Previo a las etapas de preparación del sitio se colocarán señalamientos alusivos al manejo y disposición de los residuos, cuidado de flora y fauna presentes en el SAR, uso racional de los recursos naturales, y la prohibición del fecalismo al aire libre.

También se realizarán algunos indicativos en los que se señalen las áreas aptas para el acopio de residuos de diferentes tipos, y la rotulación de los botes para la colocación de los residuos.

Ubicación de señalamientos

Dependiendo de la información contenida en los señalamientos, éstos se ubicarán en los diferentes frentes de trabajo, vialidades, áreas ajardinadas, entre otras. Éstos deberán tener un enfoque prohibitivo o preventivo, según sea el caso:

- ✓ No tirar basura.
- ✓ No dañar, ni molestar a la flora y fauna silvestre.
- ✓ No alimentar a los animales.
- ✓ No alterar la calidad del agua de cuerpos cercanos al predio del proyecto.
- ✓ Prohibido extraer especies de flora y fauna.
- ✓ Separa los residuos.

VII.2.3. Indicadores de cumplimiento del programa

Con la finalidad de poder medir la eficiencia del presente programa, se establecen los siguientes indicadores:

- Se asignará personal de vigilancia, la cual permitirá supervisar las actividades, así como del cumplimiento del reglamento.

- Verificar el contenido de las pláticas. Considerando que integre el 100% de los temas ya descritos en las estrategias.
- Se llevará a cabo un registro de asistencia a las pláticas y cursos.

VII.2.4. Requerimientos de material y equipo

Durante el desarrollo de las actividades en los talleres, cursos y capacitaciones se requerirá de los siguientes materiales y equipos:

Tabla VII.2. Requerimientos de material y equipo.

Concepto
Computadora
Impresora
Papel
Tinta
Cañón

VII.3. PROGRAMA DE PROTECCIÓN Y REUBICACIÓN DE FLORA

Este programa se propone porque la etapa más crítica para la vegetación será la de preparación del sitio, debido a las actividades de desmonte y despalme. Por lo que en este programa se especificará cada una de las estrategias a seguir para proteger y conservar a la flora.

El programa contempla la extracción de plantas susceptibles de rescate, especialmente las que se encuentren en NOM-059-SEMARNAT-2010, (referirse al Capítulo IV) y su reubicación en las áreas ajardinadas del proyecto. Así como la conservación de las especies que midan más de 1.5 metros que se encuentren dentro de las áreas ajardinadas.

Cabe mencionar que las estrategias de rescate de individuos se realizarán previamente al inicio de las actividades del proyecto.

VII.3.1. Objetivos

- Realizar el rescate y reubicación de individuos de especies de flora susceptible de afectación por el desarrollo del proyecto para mitigar el impacto ambiental en este componente.
- Proteger a las especies de flora en todas las etapas del proyecto.

VII.3.2. Estrategias

Las estrategias aquí propuestas se realizarán en base a lo citado en el capítulo IV, con el objetivo de identificar las especies consideradas para el rescate de flora.

1) Identificación, selección y marcaje de plantas a rescatarse

Previo al inicio de las actividades de desmonte, personal capacitado de campo llevará a cabo una minuciosa revisión, en la cual determinarán los individuos sujetos a rescate ubicados en la zona del proyecto. Se procederá a observar las condiciones en las que se encuentran, considerando las características propias de cada especie, así como su condición fitosanitaria, expectativas de vida y valor ecológico.

En función de las especies presentes en el predio y sus características, se definirán los criterios para elegir a los individuos susceptibles a rescate:

- ✓ Especies que se encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- ✓ Lento crecimiento y/o difícil regeneración.
- ✓ Individuos de fácil manejo y resguardo.
- ✓ Especies de distribución local.
- ✓ Especies que presenten signos de salud para resistir los niveles de estrés.

Después de la identificación y selección de los individuos se proseguirá al marcaje, este deberá realizarse en un lugar sin ramas o follaje que obstruyan la visibilidad, con un color que resalte y a una altura considerada para que se pueda observar.

2) Técnicas propuestas para el rescate y reubicación

Con base en la densidad, la edad, altura, resistencia al estrés, y sopesando los riesgos y probabilidades de éxito de sobrevivencia, se recomiendan tres técnicas de extracción para el rescate de flora:

- ✓ Técnica de extracción completa con raíz: Esta técnica se recomienda para individuos pequeños, de tallas menores o hasta un máximo de 1.5 m de altura (dependiendo de su longevidad y grado de ramificación) y para especies que resisten la exposición a la intemperie de sus raíces desnudas. Esta técnica consiste en extraer al ejemplar completo, evitando causar daño a la planta.

- ✓ Técnica de extracción con cepellón: es la más utilizada para ejemplares de tallas grandes. Este consiste en extraer los ejemplares con la mayor cantidad de suelo adherido a su sistema radical, esto se debe realizar con ayuda de herramientas adecuadas y primero se debe aflojar la tierra alrededor del cepellón.

Como regla orientativa el árbol debe tener un tamaño de copa proporcional al de su raíz para que resista el estrés del trasplante. La figura siguiente ilustra gráficamente la proporción aproximada que debe tener el cepellón y la altura del árbol. Esta técnica permitirá que permanezcan las micorrizas asociadas que contribuyen a la mejor asimilación de los nutrientes y captación de agua. 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 materiales plásticos, 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.



Figura VII.2. Proporción aproximada que debe tener el cepellón con respecto a la altura del árbol (Fuente: <http://abepyc.com/transplante/>).

- ✓ Técnica de reproducción vegetativa: consiste en el rescate de propágulos, estos se entienden como cualquier parte o estructura de un organismo capaz de

desarrollarse separada del mismo para dar lugar a una nueva planta, tales como yemas, bulbos, plántulas, semillas y esquejes o fragmentos.

- Esquejes o fragmentos reproductivos: Se seleccionarán ejemplares que presenten un buen estado sanitario, los esquejes se recolectarán de tallos jóvenes y de individuos que sean visiblemente sanos y vigorosos. La longitud de cada estaca deberá ser de 20 a 30 cm de largo, con un grosor promedio de 5 cm.

Las estacas obtenidas serán trasladadas al vivero temporal, donde se dejarán secar en un espacio bajo sombra y libre de humedad, de 2 a 3 días, antes de su siembra.

- Semillas: En el recorrido por el sitio del proyecto se identificarán y se seleccionarán los individuos en temporada de fructificación o en producción de semillas, esto con el fin de la recolección del germoplasma; en los casos en que la altura del árbol no permita la actividad, se esperará a que el personal encargado del desmonte derriben el ejemplar, para llevar a cabo la recolección.

Se elegirán ejemplares sanos, cuyas semillas se depositarán en bolsas separadas por especie, mismas que deberán etiquetarse con los siguientes datos: fecha de colecta, número de semillas contenidas, nombre común y/o científico.

Las semillas se transportarán al área de resguardo temporal, con las medidas correspondientes para su germinación en condiciones de vivero y según los requerimientos fisiológicos de cada especie.

Es importante mencionar que se hará un banco de germoplasma de las especies que se encuentren en fructificación, esto con el objetivo de asegurar las especies y lograr los objetivos del programa.

3) Selección y habilitación del área de resguardo temporal de vegetación

Será necesario ubicar un sitio adecuado para la creación de un área de resguardo temporal de vegetación, el cual servirá para proteger a las plantas rescatadas y los propágulos. Este sitio se deberá ubicar en una zona estratégica, por lo que se espera que se encuentre lo más cerca posible de los lugares donde se lleve a cabo el rescate de los individuos. De preferencia, el sitio deberá ubicarse dentro de la franja de afectación, para evitar que las plantas sufran movimientos excesivos, debe de estar en un sitio de fácil acceso, con los materiales necesarios que se requieran para el cuidado y mantenimiento de las plantas, etc.

Las plantas rescatadas se mantendrán en el área de resguardo temporal de vegetación hasta que culmine su periodo de adaptación, momento en el cual podrán ser trasplantadas en los sitios seleccionados previamente. Para que el resguardo temporal cumpla su función deberá contar con lo siguiente:

- Presentar sitios con sombra de 50 a 75% así 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 área para mantener las herramientas y los insumos.
- Contar con un tinaco con capacidad suficiente de almacenamiento de agua, que será llenado con agua por medio de pipas.
- Estar completamente o parcialmente cercado.

Dentro del sitio de resguardo los individuos se sembrarán en platabandas, según las características de la planta, o bien en bolsas. El tamaño de las bolsas variara de acuerdo al tamaño de la planta y al tamaño esperado cuando se encuentren en posibilidad de trasplantarlas nuevamente. Los ejemplares rescatados que se coloquen en platabandas deberán estar separados, como para permitir la revisión y limpieza de malezas entre ellos.

Las especies dentro del área de resguardo se distribuirán de acuerdo con sus requerimientos que deben ser similares en cuanto a luz y humedad. Conforme a esto las especies que requieran menos humedad deberán regarse una vez por semana o cuando los dos centímetros superficiales de la mezcla de tierra estén secos. Las especies que requieren más riego deberán regarse dos o tres veces por semana y nunca permitir que se seque la parte superficial. Los pasillos deberán tener el ancho suficiente para permitir el paso de una carretilla o bien el paso de las personas para el mantenimiento.



Figura VII.3. Ejemplo de construcción de un vivero para el resguardo de plantas y de platabandas (Fuente: <http://tierrasselva.blogspot.mx/>).

El trabajo de mantenimiento en el resguardo temporal consistirá en embolsar y ordenar las plantas rescatadas, regarlas, aplicarles promotores de crecimiento a las raíces, aplicarles abonos 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.

4) Selección de las especies para la reubicación

Para lograr la sobrevivencia de los individuos de flora afectados por el cambio de uso de suelo, se utilizarán especies encontradas saludables.

Otros factores importantes que se tomarán en cuenta serán las siguientes características físicas y sanitarias:

- ✓ Plantas rectas de tallo o fuste.
- ✓ Plantas con un follaje intenso en color y extenso en copa.

- ✓ El sustrato de contención o cepellón de la plántula no deberá estar compactado en su totalidad.
- ✓ La plántula deberá estar libre de manchas blancas y negras en las hojas y tallos, como indicador de la no presencia de hongos.
- ✓ Las plantas deberán estar libres de insectos defoliadores, barrenadores o descortezadores de raíces y tallos.
- ✓ No se seleccionaran plantas que presenten síntomas de marchitez y desecación del cepellón.

VII.3.3. Sitios de reubicación final

Se prevé la reubicación de la vegetación rescatada en las áreas ajardinadas, una vez que las condiciones sean precisas para la supervivencia de estas. Se dará preferencia a las especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como a especies que en campo consideren de mayor relevancia, tomando en cuenta los criterios antes referidos. Una vez definido el espacio de trasplante será georreferenciado.

Cabe mencionar que los individuos a reubicar deberán pasar un tiempo en el área de resguardo temporal vegetal, para que se adapten, enraícen y se recuperen del estrés causado por su sustracción.

Preparación del sitio

El objeto de preparar el sitio es mejorar las condiciones del suelo de las áreas ajardinadas para asegurar un índice 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 serían las siguientes:

Deshierbe en caso de que el terreno a restaurar presentara problemas de malezas, lo cual se haría de manera manual (por medio de palas, machetes). Posteriormente se efectuaría la descompactación del suelo.

Composteo que ayudará a la nutrición, sanidad, crecimiento de las plantas, y aprovechamiento del suelo.

Apertura de cepas y colocación de plántulas

1. Consiste en hacer una apertura de suelo con dimensiones variables, regularmente de 40 x 40 cm, según la calidad del terreno; depositando a un lado de la cepa la tierra de los primeros 20 cm (tierra más fértil) y, en el otro lado, la tierra de los 20 cm más profundos, enseguida se explica el procedimiento de apertura y colocación de ejemplares según CONAFOR (2010):
2. Previamente, se recomienda hacer una poda de raíz, si ésta es necesaria, recortando las puntas más delgadas preferentemente, para evitar que se doblen y crezcan hacia arriba o en forma circular. Si se poda la raíz es necesario podar un poco el follaje lateral para compensar la pérdida de raíces y evitar la deshidratación de la planta en tanto se arraiga en el terreno.
3. Se quita el envase sin dañar la raíz.
4. Antes de colocar el árbol en la cepa, se agrega la tierra superficial (más fértil) para que la planta tenga mejor disposición de nutrientes.
5. Después de haber colocado la planta, se rellena con la tierra más profunda y se compacta la tierra de tal forma que no quede tan fuerte para permitir la aireación y drenaje en el suelo.
6. Se recomienda apisonar ligeramente el suelo para que no queden espacios de aire en la cepa y evitar la deshidratación de la raíz de la planta, ya que desde su extracción del vivero hasta la plantación está sujeta al estrés físico por el traslado.

- Hacer un borde alrededor de la planta (cajete) para favorecer la captación de agua.

En el siguiente diagrama se muestra el sistema de apertura de la cepa y colocación del ejemplar:

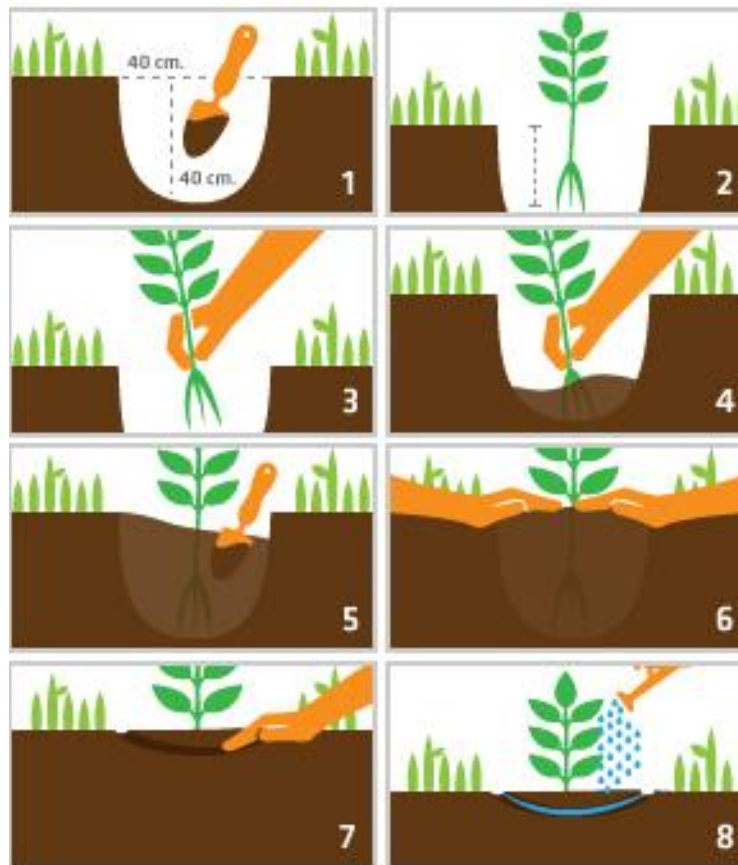


Figura VII.4. Sistema de cepa común (Fuente: <http://tlajomulco.gob.mx>).

Diseño de plantación

El diseño de la plantación denominado “tres-bolillo” se utiliza regularmente en pendientes mayores a 20 por ciento, aunque también se puede utilizar en terrenos planos. Aquí las plantas se colocan formando triángulos equiláteros (lados iguales), la distancia entre planta y planta dependerá del espaciamiento que la especie demande al ser adulta; y la densidad de plantas que se deseen establecer, la líneas de plantación deberán seguir las

curvas de nivel. Con este tipo de diseño se logra minimizar el arrastre de suelo y a su vez aprovechar los escurrimientos. Con forme a lo anterior, el distanciamiento de la plantación para ecosistemas tropicales es de 4 m y una densidad de plantación de 625 árboles por hectárea (DOF, 2011)¹, lo cual se estima y podría variar en función de diferentes factores como la pendiente del terreno.

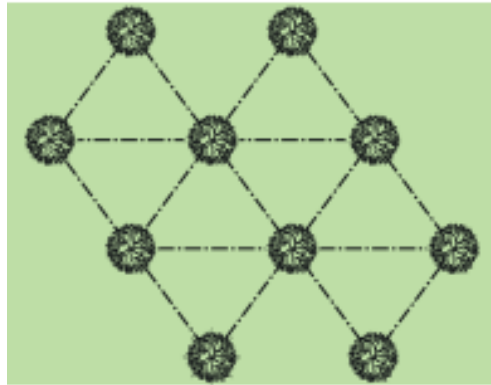


Figura VII.5. Diseño de la plantación "Tresbolillo" (Fuente: CONAFOR, 2010).

Época de plantación

En general se recomienda que la plantación se realice en la temporada de lluvias, la cual sería durante los meses de mayo-junio.

Pero para especies de las familias *Arecaceae* se recomienda que la plantación sea durante los meses más calurosos, una vez entrada la primavera y en pleno verano, ya que durante estas épocas ocurre un mejor enraizamiento en las especies trasplantadas, también en general para todas las especies durante la temporada calurosa se evita infecciones por hongos.

¹ Acuerdo mediante el cual se emiten los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación. DOF: 25/02/2011 Fuente: <http://dof.gob.mx/>

Mantenimiento post-trasplante

Para evitar el estrés del trasplante, si es que este no se realizó en la época de lluvias, es recomendable aplicar riego continuo después de la plantación durante los primeros 6 meses. Éste deberá ser durante la noche y penetrar al menos los primeros 30 cm de profundidad del suelo. Evitar riego con pipas y chorros a presión.

La aplicación de nutrientes solubles en el agua que contengan N-P-K aumentará considerablemente la tasa de sobrevivencia de las plantas, estas aplicaciones se deberán realizar constantemente durante las épocas de crecimiento, generalmente en la primavera y el verano. Es necesario recalcar que éste no se debe aplicar antes de los 3 días a partir de la plantación.

Control de malezas

Posterior a la plantación, y como parte de las actividades de mantenimiento, si se presentan problemas de malezas como sucede frecuentemente, se realizará un deshierbe manual y/o con ayuda de medios mecánicos como machetes, al menos hasta que se garantice su establecimiento, ya que las malezas pueden interferir en su establecimiento y limitar su desarrollo. Lo anterior no quiere decir que no se permita el crecimiento de vegetación nativa (malezas), en zonas donde no haya individuos trasplantados, ya que estas favorecen la sucesión y protección del suelo, así como la infiltración de la lluvia, y en ciertos casos la retención de suelo.

Monitoreo post-trasplante

La evaluación y monitoreo de los individuos rescatados se realizarán tanto para los ejemplares ubicados en el área de resguardo temporal de vegetación como para las especies que sean posteriormente trasplantadas. Para el caso de las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 se sugiere que el monitoreo se haga cada mes hasta garantizar el éxito en el establecimiento de las plantas.

Para el resto de las especies se recomienda que el primer monitoreo se realice a los 30 días, y posteriormente realizarlo cada tres meses al menos durante los primeros 12 meses después de realizado el trasplante. Y al año de trasplante, el monitoreo se puede espaciar a cada 6 meses.

Cada área de trasplante tendrá que ser identificada con señalamientos, estacas marcadas, georreferenciación y, en caso de ser necesario deberán ser protegidas con cercas o mallas durante el tiempo de establecimiento de las plantas, con el fin de evitar perturbaciones que afecten su éxito.

A excepción de las especies que se encuentre en la NOM-059-SEMARNAT-2010 cuyo monitoreo será mensual hasta asegurar su sobrevivencia, para el resto de las especies de flora el monitoreo será:

- Monitoreo 1 a los 30 días 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 deberá registrar en una bitácora cada una de las siguientes evaluaciones del monitoreo:

- ✓ Número de individuos trasplantados por especie.
- ✓ Tasa de sobrevivencia por especie.
- ✓ Tasa de mortalidad por especie.
- ✓ Posibles causas de mortalidad.
- ✓ Coloración de las hojas.
- ✓ Estado fenológico.
- ✓ Tasa de crecimiento de los individuos.

- ✓ Indicadores de depredación u otras enfermedades.

Cabe mencionarse que se deberá evaluar el estado sanitario tanto en la etapa de monitoreo pos trasplante, como en cada uno de los monitoreos posteriores. En la siguiente tabla se señalan los problemas más frecuentes y posibles de encontrar, así como la aplicación de las medidas correctivas:

Tabla VII.3. Acciones emergentes.

Problemática	Medida de corrección
Mortandad de planta	Reposición inmediata a través de una replantación.
Marchitamiento	Aplicación de riegos. Compactación del suelo previa revisión. En caso de ser necesario aplicación de antiestresante.
Defoliación	Aplicación de fertilizante foliar. Aplicación de fertilizante al suelo. Aplicación de riegos. En caso de la presencia de defoliadores se aplicara el insecticida adecuado según el hospedero.
Resequedad del suelo	Aplicación inmediata de riegos.
Falta de crecimiento en diámetro y altura	Aplicación de fertilizantes. Incremento en los riegos a aplicar.
Extracción de plántulas por vandalismo	Reposición inmediata de la planta. Colocación de letreros informativos y preventivos.
Daños por plagas.	Aplicación del insecticida o fungicida adecuado según el hospedero. Delimitación de barreras físicas de una o varias partes de la plantación, con el fin de evitar la dispersión de la enfermedad. Remoción manual de pupas. Monitoreos continuos que registren la presencia del hospedero. Control mecánico y físico. Poda sanitaria de una o más partes del árbol que han sido severamente afectadas por plaga o enfermedad.

VII.3.4. Indicadores de cumplimiento del programa

Para poder evaluar nuestro programa en cuanto a sobrevivencia, es importante tener una estimación que nos arroje información que se llegue a generar durante el proceso de rescate y reubicación.

Los indicadores que se pueden utilizar para evaluar el éxito de la sobrevivencia en las reubicaciones realizadas son los siguientes:

- Superficie (ha).
- Número total de ejemplares plantados en la reubicación.
- Sobrevivencia (%). Este indicador se expresa mediante evaluación técnica, 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 = proporción estimada de árboles vivos

ai = número de plantas vivas en el sitio de muestreo ai

mi = número de plantas vivas y muertas en el sitio de muestreo i

- El estado sanitario es otro indicador que nos ayudará a evaluar y tener una proporción de especies de flora sanos con respecto a los individuos vivos en la plantación.

Dependiendo de la variable de interés se puede o no tomar este indicador.

Se considera que un individuo está sano cuando no presenta:

- Daños por plagas.
- Marchitamiento.

- Defoliación.
- Síntomas de enfermedades en cualquiera de sus estructuras.

VII.3.5. Requerimientos de personal, material y equipo

Durante el desarrollo de las actividades de rescate, reubicación, monitoreo, resguardo temporal y propagación de ejemplares se requerirá de la siguiente mano de obra, materiales y equipo:

- Personal

Se conformará una brigada, la cual estará integrada por un técnico y un Ingeniero forestal o afín, con experiencia en manejo de plantas bajo condiciones de vivero, manejo de rescate de especies, aplicación de cuidados a la flora silvestre, uso de productos orgánicos (fertilizantes, antiestresantes, fungicidas y plaguicidas), y realización de plantaciones.

- Material y equipo

Durante las actividades propias del rescate y reubicación de ejemplares de flora silvestre se utilizarán los siguientes materiales y equipos:

Tabla VII.4. Material y equipo para actividades de rescate.

Concepto	
Palas rectas	Tijeras cortas para jardinería
Barretas	Navaja o cuchilla
Equipo de jardinería	Machete
Cajas de madera	Bolsas enceradas para semillas
Tela hecha a base de ixtle	Carretilla
Hilo tipo cordón a base de ixtle	Vernier
Etiquetas de aluminio	Bitácora de obra
Papel periódico o de estraza	

Para el caso del área de resguardo temporal vegetal, éste será acondicionado con materiales de la región y/o productos derivados de las actividades de desmonte (postes y tablas), se evitará el uso excesivo de plásticos y productos químicos. Para esta área, además de los materiales ya mencionados se consideran adicionalmente los siguientes:

Tabla VII.5. Material y equipo para la implementación del área de resguardo temporal.

Concepto
Rastrillo Reforzado
Manguera X-hose 15mts
Clavos
Martillos
SERRUCHO
Contenedor de agua con capacidad de 1000 litros
Malla sombra
Bolsas para vivero diferentes tamaños

Para la garantía del establecimiento exitoso de nuestros ejemplares rescatados y resguardados temporalmente se utilizarán los siguientes productos:

Tabla VII.6. Insumos para mantenimiento y propagación.

Concepto
Agrolita
Bermiculita
Sustrato (peat moss)
Micorriza
Solución Nutritiva
Enraizador
Contenedores Biodegradables

VII.4. PROGRAMA DE PROTECCIÓN Y REUBICACIÓN DE FAUNA

Se establece el programa de protección y reubicación de fauna como medio para el rescate de especies de fauna presentes en el área del proyecto, este programa se llevara a cabo en las diferentes etapas de ejecución.

VII.4.1. Objetivo

- Proteger y reubicar a la fauna, especialmente las que se encuentren en algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como a las especies que estén restringidas en cuanto a su distribución, abundancia y/o por sus características de baja movilidad.

VII.4.2. Estrategias

Se considera la contratación de un biólogo o especialista, quien será responsable de supervisar y garantizar las estrategias que se implementarán durante todas las etapas del proyecto. De ser necesario deberá contar con apoyo técnico durante las etapas de preparación del sitio y construcción para el rescate y reubicación de individuos.

Para la búsqueda de los ejemplares se realizarán recorridos diurnos y nocturnos, antes de la entrada de maquinaria o de comenzar labores.

Con la finalidad de reducir el estrés de especies que se capturen y evitar la mortandad de animales se procederá a su reubicación lo más pronto posible después de realizado el rescate, si es posible no más de 24 horas. Las acciones propuestas en este apartado deberán realizarse antes de la preparación del terreno, así como en todas las etapas de construcción del mismo y previo al ingreso de la maquinaria en los sitios de trabajo.

1) Estrategias de selección

Para el rescate y reubicación de especies susceptibles, se deben aplicar las siguientes estrategias:

A. Delimitación del área

Para garantizar la protección a la fauna durante el desarrollo del proyecto, es importante que dentro de los trabajos preliminares y como actividad número uno se delimite físicamente el polígono sujeto a afectación, colocando señalamientos vistosos que prohíban estrictamente el deterioro de una superficie mayor, tanto de parte de los trabajadores de la obra como del personal encargado de la operación del proyecto.

B. Acciones de ahuyentamiento

La primera acción que se realizará con relación a la fauna en el predio del proyecto será la migración espontánea o capacidad de huida. Esta es una estrategia muy satisfactoria en comparación con los procedimientos de captura, donde se hace registro y liberación posterior de ejemplares, ya que somete a los individuos a un elevado nivel de estrés, lo cual constituye un efecto indeseable tratándose de especies silvestres, pues se compromete su supervivencia.

El ahuyentamiento de fauna se realiza mediante sonidos (sirenas, palos, etc.) minutos antes del ingreso de la maquinaria a las zonas de despalme, esto ayudará a que los individuos de especies de rápido desplazamiento se puedan refugiar en zonas aledañas conservadas.

Las especies que se encuentren en etapas reproductivas (nidos), refugiadas en sus madrigueras, sean de lento desplazamiento, se encuentren enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y que se encuentren en el predio durante la preparación del terreno, estarán sujetas a las actividades de rescate y captura que se detallan a continuación.

C. Ubicación y captura de individuos sujetos a rescate

Posterior a las acciones de ahuyentamiento se realizarán recorridos para ubicar a los individuos de especies de fauna que permanezcan en el sitio. Durante esta actividad se anotarán las características del entorno del hábitat de los individuos localizados, tales como refugios, perchas, madrigueras, número de individuos, crías, huevos, ubicación georreferenciada del sitio, asociación vegetal, tipo de suelo, etc., se considerará el mayor número de elementos físicos y ecológicos que nos permitan una mejor toma de decisiones para su reubicación, documentando todo en la bitácora de campo.

Para los diferentes grupos se tiene lo siguiente:

– *Mamíferos*

La mayoría de los mamíferos presentes en el área del proyecto se encuentran citados en el Capítulo V, los de rápido desplazamiento no necesitarán de captura ni de reubicación. La estrategia de protección será que se concientice al personal para evitar que sean cazados o molestados. En el caso de especies que habiten en madrigueras, se realizará, previo el inicio de cualquier obra o actividad, un registro de las madrigueras y nidos existentes, con la finalidad de contar con un registro actualizado, y tener la certeza de cuantos organismos serán rescatados.

Los procedimientos para rescatar y reubicar especies de mamíferos de talla pequeña y mediana se describen a continuación:

- a) Para las capturas se emplearán técnicas y métodos que eviten lastimar y estresar a los individuos que se encuentren en el sitio.
- b) Se colocarán trampas de tipo Sherman (véase la siguiente figura), en sitios estratégicos cerca de las madrigueras y veredas de paso de animales que se identifiquen en el interior del predio del proyecto. El tipo de señuelos o cebos se sugiere que sean de carne de res, pollo o granos. También es posible utilizar esencias y perfumes que atraigan a los individuos.

- c) Una vez extraídos o ahuyentados los animales de sus madrigueras, éstas serán 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 mamíferos rescatados se determinarán con ayuda de guías taxonómicas y de campo.
- e) Se harán los datos y evidencias de los rescates realizados en una bitácora con ayuda de material y/o equipo como hojas de registro, cámara fotográfica y GPS.

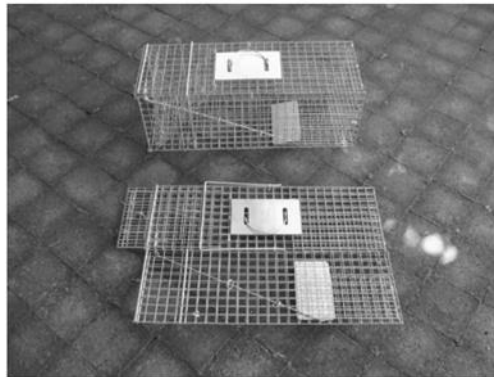


Figura VII. 1. Trampa tipo Sherman (Fuente: www2.inecc.gob.mx)

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 despálme, 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.

Reptiles

Previo a cualquier obra o actividad del proyecto se realizarán recorridos por las áreas de trabajo revisando troncos huecos y hendiduras, partes inferiores de troncos caídos o piedras, plantas epífitas y grietas, que constituyen los microhábitat potenciales de los reptiles, con la finalidad de corroborar la presencia de reptiles.

Varias de las especies se lograrán encontrar en horas de mayor calor del día ya que son animales ectotérmicos.

Especies de reptiles y anfibios pueden atraparse manualmente en los lugares donde se esconden, por ejemplo, debajo de rocas o troncos.

Como medida de seguridad, 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).

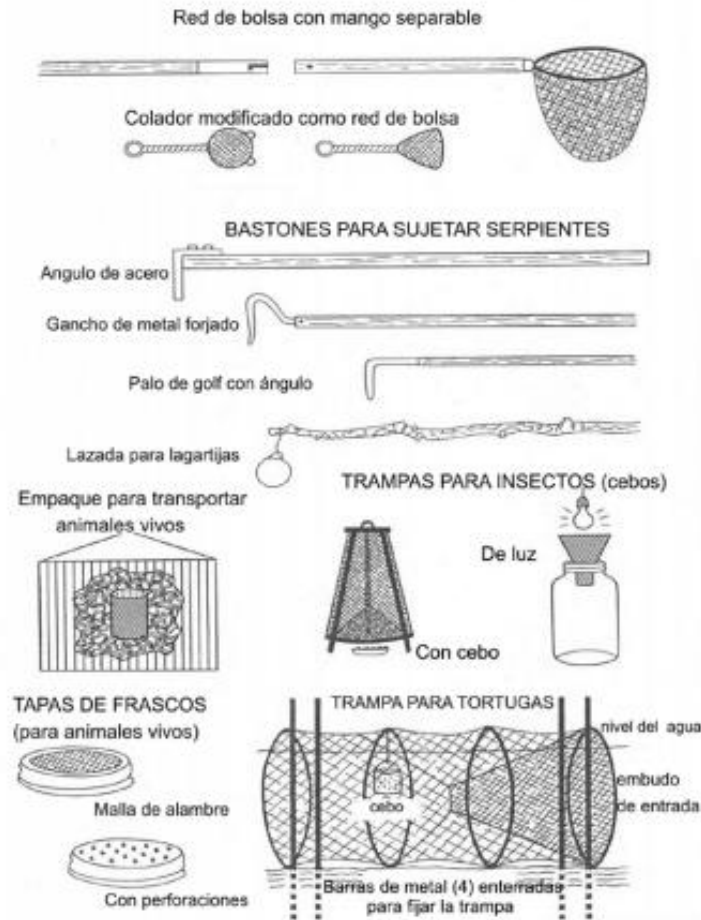


Figura VII.6. Instrumentos y trampas para captura de reptiles (Fuente: www2.inecc.gob.mx).

La captura de las lagartijas y camaleones se realizará con una lanzada de cuerda delgada sujeta al extremo de una vara o caña de pescar (ver la siguiente figura); esta es una técnica efectiva para atrapar a reptiles de diversos tamaños y de comportamiento huidizo, sin que se lastime al organismo capturado. Una vez capturados los ejemplares, se pueden ir colocando en bolsas de tela separadas para su próxima liberación.

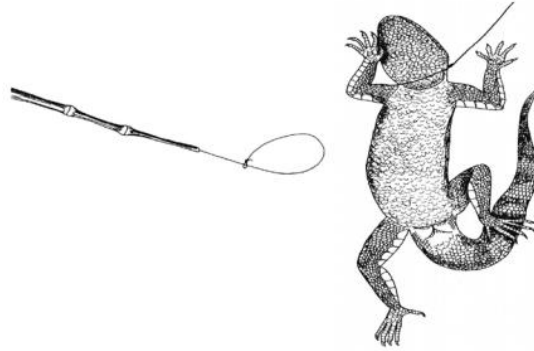


Figura VII.7. Lazo montado en una vara o caña de pescar y lagartija lazada por el cuello. (Fuente: <http://www2.inecc.gob.mx/>).

La captura de serpientes requiere de un procedimiento que logre inmovilizar la cabeza del ejemplar mediante un gancho herpetológico; con este se sujeta la cabeza de la serpiente contra el suelo en un lugar firme. Enseguida, se toma la parte posterior de la cabeza con los dedos pulgares y medio al mismo tiempo, colocando el dedo índice en la parte superior. Con la otra mano se debe sujetar el cuerpo (ver la siguiente figura). La serpiente se deposita en una bolsa. La serpiente se deposita en una bolsa de tela introduciendo primero la parte posterior, con el individuo ya adentro, la bolsa se tuerce, se dobla y amarra al extremo. La bolsa se debe transportar alejada del cuerpo (ver la siguiente figura).



Figura VII.8. Captura y manipulación de serpiente (Fuente; www2.inecc.gob.mx/).

En el caso de encontrarse serpientes grandes y particularmente los vipéridos se requiere un aparato de contención, que consiste en una correa que se desliza dentro de dos sujeciones y unas pinzas de presión sólidas que se fijan por detrás de la cabeza de la serpiente. En el momento de la captura, se mantendrá el aparato siempre a una buena distancia la cabeza de la serpiente, se tirará de la correa lo suficiente para mantenerlo correctamente, pero evitando presionar demasiado para no herir al animal, tal y como se muestra en la siguiente figura:



Figura VII.9. Aparato de contención utilizado para la captura de serpientes y vipéridos (Fuente: www2.inecc.gob.mx).

– *Aves*

Para los avistamientos de aves se utilizarán binoculares con aumento de 10 x 50; mientras que para la captura, se emplearán redes ornitológicas de 9 y 12 metros, así como redes de niebla, tanto en la tarde como en la mañana.

Las aves son organismos con una gran movilidad, por lo que estos organismos se desplazarán de manera inmediata en cuanto comience la etapa de ejecución del proyecto y el derribo de la vegetación.

Cabe recalcar que todas las especies capturadas serán colocadas en cajas transportadoras, acondicionándolas con algunas ramas pequeñas como percheros para que las especies se salvaguarden en las mejores condiciones para su posterior liberación.

Antes de reubicar a las aves rescatadas se realizará la clasificación taxonómica de la especie con ayuda de guías de campo y trabajos realizados para este grupo de vertebrados, además de efectuar el registro fotográfico.

Rescate en nidos

1. De encontrarse nidos, éstos se rescatarán y se ubicarán en lugares estratégicos con hábitats similares. En caso de que se encuentren ocupados con huevos y/o polluelos, se capturarán para reubicarlos en un sitio aledaño fuera del área de obras.
2. 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 buscará en la medida de lo posible que sean colocados en la misma posición y altura en la que se encontraban.
3. Cuando los nidos contengan polluelos, cuando sea posible, se capturará 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.
4. En el caso de polluelos con plumas que estén próximos a volar, se colocarán en jaulas y se les proporcionaran los cuidados necesarios para que sobrevivan, liberándolos a la brevedad cuando sean independientes.
5. En todos los casos se registrarán los datos en una libreta de campo, se tomarán fotografías de evidencia y se efectuará su determinación taxonómica con ayuda de guías de campo.

D. Liberación de especies

El procedimiento para la liberación de las especies rescatadas será el siguiente:

1. Los sitios potenciales de liberación deberán establecerse previamente a las acciones de rescate con función a las características ecológicas del hábitat de cada especie.
2. La liberación de los ejemplares rescatados se realizará el mismo día de su captura, con excepción de los polluelos o crías de mamíferos pequeños que serán resguardados hasta su liberación.
3. Se deberá garantizar un clima apropiado al menos una semana antes de la liberación.
4. Las liberaciones se recomiendan hacer durante la mañana antes de las 10 am con el fin de que los individuos cuenten con suficiente luz para adaptarse a las nuevas condiciones ambientales.

De acuerdo con el procedimiento el primer punto será encontrar los sitios de reubicación de las especies estos sitios de reubicación 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 tener 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, esto para disminuir el estrés de los animales a reubicar.
- ✓ 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 protección, 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. Además estos sitios deberán contar con mismo tipo de hábitat para la supervivencia de los individuos.

5. Registro de fauna reubicada

Como ya fue indicado, a todos los individuos capturados y reubicados se les deberá de tomar datos taxonómicos, morfométricos, fotografías, coordenadas de captura y liberación, así como información de las condiciones del hábitat, esto se especifica en el siguiente formato de registro:

Tabla VII.7. Formato de registro para la captura y reubicación de individuos de fauna.

BITÁCORA DE MANEJO DE FAUNA SILVESTRE										
RESPONSABLE:			Fecha de actividades de captura:				Día	Mes	Año	
Especie ¹	Nombre común	Hora de captura	Lugar de captura ²		Tipo y grado de conservación del lugar de captura ³	Número de etiqueta del individuo	Hora y fecha de reubicación	Lugar de reubicación		Observaciones
			X	Y				X	Y	

¹Nombre científico del organismo. ²Localización geográfica del sitio (coordenadas UTM). ³Tipo de vegetación del sitio.

VII.4.3. Indicadores de cumplimiento

Se diseñará un protocolo de monitoreo donde se evalúe el éxito de los rescates y la supervivencia de los individuos reubicados, los indicadores que se tomarán en cuenta son los siguientes:

1. El indicador de *realización* cuantificará:

- El número de rescates de fauna completados con respecto a los grupos faunísticos y a las distintas etapas de la obra.
- Estimación del nivel de saturación de capturas y el número de ejemplares que ya han sido rescatados o ahuyentado de tal manera que se llegue a un porcentaje mayor de individuos rescatados.
- Número de especies y de ejemplares endémicos, amenazados y restringidos rescatados, conforme a lo establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- La proporción de ejemplares capturados en relación al total de ejemplares observados o densidades estimadas por especie.
- Área cubierta por el rescate y su relación con la superficie total del proyecto.
- Condiciones de la estructura poblacional de las especies rescatadas: proporción de ejemplares infantiles, juveniles, adultos, machos, hembras.

2. El indicador de *seguimiento* evalúa:

- Número de ejemplares cesados como consecuencia de la captura y/o estrés en las condiciones de cautiverio temporal.

- Con respecto al rescate de nidos y polluelos:
 - Número de huevos
 - % de eclosión
 - Numero de polluelos sobrevivientes después de 5 días de nacido
 - Mortalidad de polluelos
3. Indicador de *supervivencia*: Con la finalidad de medir la efectividad del rescate, con respecto a los objetivos del presente programa, se usará el siguiente indicador de supervivencia:

$$\text{Índice de supervivencia} = MI/Mr$$

De manera más formal este índice se define como:

$$\phi_t = \frac{\text{Tamaño de la población liberada}}{\text{Tamaño de la población rescatada}}$$

Dónde: ϕ_t = Probabilidad de supervivencia para el muestreo t

Es decir:

$$\phi_t = \frac{\hat{M}l}{\hat{M}r}$$

MI = Tamaño de la población liberada

Mr = Tamaño de la población rescatada

Esta fórmula 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 aplicará, se presenta la siguiente escala:

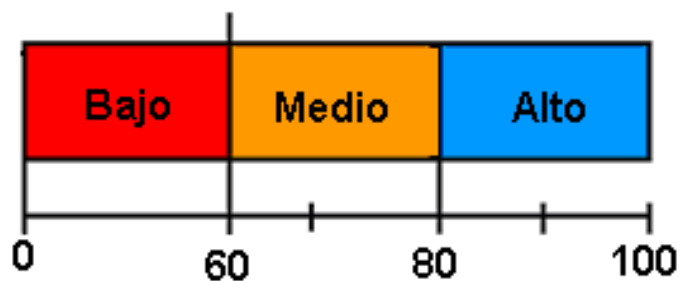


Figura VII.10. Escala porcentual del índice de supervivencia.

Finalmente, se deberá de realizar un reporte con todos los datos antes señalados al menos cada mes, así como entregar un reporte a la autoridad competente según el tiempo estipulado.

VII.4.4. Requerimientos de personal, materiales y equipo

Para realizar las diversas actividades establecidas de acuerdo con la dimensión y características del programa, se hace necesario contar con el siguiente personal y la adquisición del siguiente material y equipo:

Tabla VII.8. Lista de personal, material y equipo necesario para realizar las acciones de rescate y reubicación de fauna.

CONCEPTO
Requerimientos materiales y de equipo
Cámara fotográfica digital
Cámaras de video
Camioneta tipo pick up o redilas
Computadora portátil
GPS
Memoria para cámara fotográfica 4G
Botiquín con extractor de venenos y sueros antiviperinos
Ganchos herpetológicos
Guantes largos de carnaza

CONCEPTO
Jaula
Redes de niebla
Trampas Sherman
Trampas Tomahawk
Bidones de 20 litros
Bitácora
Cartografía de INEGI
Lonas (5x6m)
Papelería
Pilas AA o AAA (28/paq)
Sacos de manta
Combustible para camioneta

Tabla VII.9. Requerimiento de personal.

REQUERIMIENTO DE PERSONAL
Etapas de Rescate y reubicación Fauna
Especialista en Manejo de Fauna (Biólogo o MVZ)
Técnico en fauna (Biólogo o MVZ)
Jornaleros
Etapas de seguimiento
Especialista en Manejo de Fauna (Biólogo o MVZ)
Técnico en fauna (Biólogo o MVZ)
Jornalero

VII.5. PROGRAMA DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE SUELOS

Este programa se crea con la finalidad de proteger el suelo, mediante la implementación de estrategias para prevenir y mitigar los posibles impactos ambientales en el suelo, por motivo de la preparación y construcción del proyecto.

Las estrategias propuestas en este programa se aplicarán en todas las etapas del proyecto, a cualquier obra y actividad que pudiera realizar la remoción del suelo o que pueda poner en riesgo de contaminación.

VII.5.1. Objetivos

Realizar estrategias para evitar la erosión del suelo, así como la ocurrencia de eventos de contaminación de suelos, en todas las etapas del proyecto.

Cumplir las estrategias para remover, transportar y conservar en las mejores condiciones posibles el suelo orgánico.

VII.5.2. Estrategias

Se realizarán las siguientes estrategias con la finalidad de minimizar y evitar los posibles impactos en el componente suelo, mediante las siguientes estrategias:

1. Los primeros trabajos consistirán en prevenir la erosión del suelo, esto mediante la prohibición de desmontes fuera del área del proyecto, así como movimientos con el equipo fuera del área de trabajo.

Las zonas a desmontar serán delimitadas y estacadas por lo menos cada 10 cm. La marcación se hará de acuerdo con los planos de diseño para garantizar que la intervención al área sea la estrictamente necesaria.

2. Existencia de personal exclusivo para limpiar las zonas de trabajo.
3. Previo al despalme se establecerá el sitio para el almacenamiento temporal del suelo orgánico, delimitándolo a las áreas de construcción por medio de estacas, cintas preventivas y letreros. Los sitios más recomendables para llevar a cabo el almacenamiento del suelo, son áreas continuas a las que serán modificadas que carezcan de vegetación, que tengan topografía plana o con una muy ligera pendiente y que se encuentre dentro o cerca del área de resguardo temporal vegetal.
4. Se removerá el suelo orgánico con maquinaria adecuada, evitando en todo momento la compactación del suelo.
5. Posterior a la remoción, se acumulará la mayor cantidad de suelo orgánico para que, una vez concluidas las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, sea empleado para cubrir áreas perturbadas, y como acolchado en la reubicación de individuos de flora rescatados.
6. Una vez dispuesto el suelo en los sitios de almacenamiento, es recomendable realizar el siguiente mantenimiento:
 - Cubrir el montículo con una capa de 5 a 10 cm máximo de espesor de material del desmonte (material picado, de hojas y ramas), con el objeto de proteger a los micro-meso y macro organismos edáficos y nutrientes que se encuentren en la parte interna, además el suelo se protegerá con un plástico de cualquier evento meteorológico (lluvias).
7. Debe evitarse que los montículos de suelo sean utilizados como depósito de residuos inorgánicos y de materiales de construcción. De esta forma se fomentará y conservará de la mejor manera posible el suelo.

8. Se aplicará una capa de 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.

Estos trabajos pueden consistir en recuperar la capa de suelo mediante composteo, introduciendo residuos vegetales producidos por el desmonte y residuos sólidos clasificados como orgánicos (véase apartado siguiente), los cuáles serán triturados con equipo adecuado, estos proveerán fertilidad, conservarán la humedad y por lo tanto favorecerán la infiltración. Así como la proliferación de organismos descomponedores y las posibilidades de que dicha superficie pueda sustentar vegetación.

9. Una vez que concluya la etapa de construcción del proyecto, el suelo podrá emplearse para las actividades de reubicación de flora en las zonas ajardinadas del proyecto. O bien se podrá utilizar durante la etapa de reubicación de flora en el área de resguardo temporal vegetal.

Composta

La composta es el material orgánico que se obtiene como producto de la acción microbiana controlada sobre residuos orgánicos generados en el desmonte, despalme y por los trabajadores, tales como hojas, zacates, basuras orgánicas caseras (no desechos animales como huesos), subproductos maderables (aserrín y virutas), ramas y residuos industriales de origen orgánico, a estos residuos se les triturará y mezclará en los montículos de suelo (depósitos), en donde los microorganismos darán origen a un material (materia orgánica) de gran utilidad para los suelos ya que mejora la estructura y la fertilidad de estos.

Los pasos a seguir para la construcción de una cama de composta sobre la superficie del suelo se presentan a continuación:

- ✓ Trazar el terreno destinado. Este deberá estar dentro del polígono del proyecto, debe estar limpio de malezas.
- ✓ Aflojar el suelo con una profundidad de 20 cm.
- ✓ Sobre la superficie del terreno poner unas maderas en forma de rejilla, esto para facilitar una buena aireación del material.
- ✓ Sobre la rejilla colocar una capa de paja de 30 cm de altura a todo lo largo.
- ✓ Posteriormente agregar una capa de 15 cm de altura de los residuos del desmonte y desechos orgánicos.

Cada una de las capas se humedecerá muy bien y se continuará poniendo capas alternas sin repetir la primera capa de material grueso, hasta que a composta tenga 1.5m de altura. Finalmente cubra la composta con tierra y con un plástico. Una pila de composta se muestra en la figura siguiente:

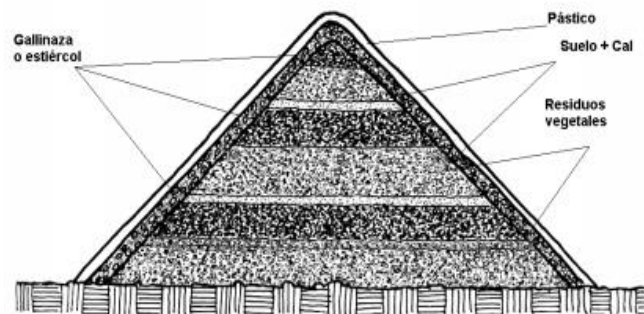


Figura VII.11. Ejemplo de pila de composta (www.sagarpa.gob.mx/).

Medidas para la prevención de la contaminación

Para evitar la contaminación, en todas las etapas del proyecto se seguirán las siguientes estrategias:

1. Para evitar goteos de hidrocarburos de la maquinaria y equipo, se solicitará a los propietarios de las unidades tengan en buenas condiciones las unidades a utilizar. Adicional a esto, en el sitio asignado para esta actividad se cubrirá el suelo con un material impermeable como polietileno de alta densidad para poder llevar a cabo el mantenimiento de la maquinaria y equipo y así reducir el riesgo de contaminación en caso de derrames.
2. Se deberá seguir el Programa Integral de Manejo de Residuos, véase en el punto VII.6. Esto con el fin de prevenir, y/o reducir el riesgo de derrames accidentales de residuos peligrosos y evitar la contaminación del suelo.

VII.5.3. Indicadores de cumplimiento

Se asignará un responsable directo para la verificación de la ejecución de las actividades de este programa. Esta persona elaborará informes donde dará seguimiento y control a las estrategias y medidas.

Monitoreo en la calidad de la composta dirigida a conseguir: aspecto y olor aceptable, higienización correcta, bajo nivel de impurezas y contaminantes, nivel óptimo de componentes de materia orgánica, y una cierta constancia de características.

VII.5.4. Medidas de urgente aplicación

En caso de rebasar los umbrales críticos, se implementaran las actividades de contención/recuperación necesarias. Algunas de las actividades identificadas serán:

VII.5.4.1. Modificación del relieve

En caso de afectar una superficie mayor o no reportada en el proyecto, se realizarán actividades de compensación de suelos por la pérdida de estos, como lo es el acopio del material vegetal para su posterior utilización (protección de taludes, revegetación de áreas afectadas, erosionadas por el paso de maquinaria).

VII.5.4.2. Material vegetal no retirado

En aquellos casos en que el material vegetal permanezca en sitio más de 5 días sin ser procesado, se implementará una cuadrilla, la cual contará con el equipo necesario (machetes, hachas motosierras) para realizar las actividades de picado y esparcido.

VII.5.4.3. Contaminación del suelo

Se contará con una cuadrilla ambiental suficiente para atender de manera inmediata las emergencias y/o contingencias ambientales por lo que contará con las herramientas necesarias y suficientes –palas, picos, tambos recolectores, lonas, material absorbente, en su caso camión tipo volteo, señalamientos, extintores entre otros.

VII.5.5. Requerimientos de personal, material y equipo

Durante el desarrollo de las actividades de conservación y protección de suelos se requerirá de la siguiente mano de obra, materiales y equipo:

Tabla VII.10. Requerimientos de material y equipo.

REQUERIMIENTO DE MATERIAL Y EQUIPO,
Palas
Barreta
Equipo para desmonte
Carpas
Machete

Carretilla
Trituradora
Bitácora
Maderas

VII.6. PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS

La implementación del proyecto en todas sus etapas conllevará la generación de residuos, tal y como se refiere en el Capítulo V de este DTU. Los responsables de obra deberán identificar los residuos que habrán de generarse durante las diferentes etapas del proyecto. Por lo que con la finalidad de mitigar y prevenir al máximo los riesgos de contaminación, se propone el presente programa, con base en la disposición de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) sobre el adecuado manejo, la prevención y/o remediación de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos, residuos líquidos y de manejo especial.

VII.6.1. Objetivos

- ✓ Prevenir el impacto ambiental derivado del inadecuado manejo de los diferentes tipos de residuos,
- ✓ Ofrecer diversas acciones para identificar, controlar, disminuir y manejar los residuos dentro de las diferentes etapas del proyecto.

Se pretende enfocar el principio 3R: Reducir, Reutilizar y Reciclar.

La limitación de la cantidad de material enviado para su eliminación tiene un impacto positivo en medio ambiente y costos. Prevenir y minimizar la generación de residuos, son la máxima prioridad para el desarrollo del proyecto. La reutilización o reciclaje de los residuos es la segunda prioridad (es decir, reutilización de botellas de vidrio, embalajes, etc.).

VII.6.2. Estrategias

Para lograr los objetivos anteriormente descritos se establece una estrategia que comprende dos fases: interna y externa.

Fase interna:

Esta fase se lleva a cabo dentro de la obra con apoyo de los involucrados en todas las fases del proyecto, identificando, separando y preparando los residuos, para su posterior almacenamiento.

- Identificación de residuos.
- Separación de residuos:
 - o Primarias y,
 - o Secundarias (Fuente generadora).
- Recolección inmediata, envasado y almacenamiento temporal.
 - o Los residuos generados en las diferentes etapas del proyecto serán:
 - Colectados.
 - Separados y,
 - Acopiados en las áreas asignadas dentro del predio, según sus especificaciones.

Fase externa:

Esta fase implica el traslado para la disposición final de los residuos en sitios de tratamientos autorizados, según sea el caso.

- Recolección externa.
- Tratamientos y/o disposición final.

VII.6.3. 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 ha sido diseñado para atender los siguientes

impactos ambientales por residuos y dar cumplimiento a la normatividad y legislación ambiental aplicable en materia.

Tabla VII.11. Impactos Ambientales y Medidas preventivas, mitigación, disposición y manejo.

Etapa			Residuos.	Manejo, Medida, Disposición, Mitigación.
PS	C	OP		
RESIDUOS SÓLIDOS				
X	X		<p>Se prevé la generación de residuos no peligrosos comunes (sólidos urbanos), provenientes de los trabajadores. Estos consistirán en: papel, envolturas y empaques, botellas y bolsas de plásticos así como una muy pequeña cantidad de materia orgánica</p>	<p>Los responsables de obra destinarán a personal adecuado para que estos sean encargados del área de residuos, quienes identificarán y separarán los diversos residuos generados, con la finalidad de almacenarlos en contenedores con tapa, en buen estado y debidamente rotulados como se describe en el apartado siguiente. Para la separación de residuos serán agrupados en cuatro clasificaciones: vidrio, metal, plásticos (inorgánicos²) y orgánicos¹, los contenedores tendrán tapa para evitar los malos olores y la presencia de fauna nociva.</p> <p>Se buscará recuperar los residuos susceptibles de ser reciclados y canalizarlos a empresas recicladoras autorizadas.</p> <p>Los contenedores estarán ubicados en un área estratégica, así como en el área de alimentación donde pueda ser accesible para todos y ser recolectados y trasladados.</p>
X			<p>Se prevé la generación de residuos no peligrosos provenientes del desmonte y despalme, tales como residuos vegetales y material de despalme.</p>	<p>Los responsables de residuos destinados por la empresa separarán los desechos de esta denominación en botes con tapa para después triturar todo el material vegetal para hacer composta y reincorporarla posteriormente en las áreas verdes, del proyecto.</p>

		X	En esta etapa del proyecto se generarán residuos domésticos como empaques, botellas, restos de alimentos, etc.	<p>Los residuos serán acopiados en botes clasificadores de residuos de metal, vidrio, plásticos y orgánicos.</p> <p>Los contenedores estarán ubicados en sitios específicos del lugar para su accesibilidad.</p> <p>Para un mejor manejo y seguridad, los residuos se enviarán a un relleno sanitario mediante el servicio público.</p>
--	--	---	--	---

Fase externa:

Esta se llevara a cabo a través del servicio municipal de recolección para que posteriormente se envíen a disposición al relleno sanitario autorizado.

RESIDUOS LÍQUIDOS

X	X		Contaminación del agua por manejo inadecuado de residuos.	<p>Para prevenir la contaminación de agua, el personal de desechos verificará que ningún trabajador vierta o lave material en el mar, y directamente en el suelo.</p> <p>Se cuidará que los equipos con motor de combustión estén en buen estado y se estacionen en un área alejada del mar y que sea impermeable (con piso o lona plástica) para prevenir derrames accidentales de hidrocarburos.</p>
X	X	X	Contaminación por residuos fisiológicos, generados por los trabajadores.	<p>Para evitar contaminación por residuos fisiológicos se contará con sanitarios portátiles, en buen estado, cuya colocación será no mayor de 50 metros de separación uno de otro, y alejados de cuerpos de agua.</p>
		X	Contaminación por residuos de los baños y el restaurante.	<p>Se contará con baños y drenaje conectados con la red pública.</p>

Fase externa:

Estas serán canalizadas, por medio de la red de drenaje actual, que lleva a la planta de tratamientos de aguas residuales de la zona hotelera.

RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL

			<p>La LGPGIR señala que los residuos de manejo especial son aquellos que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos; por lo que particularmente para el proyecto, estos se refieren a los residuos de obra que se espera serán generados durante las etapas de preparación del sitio y construcción</p>	<p>Se identificarán y se separan, posteriormente se acopiarán durante todas las etapas y serán almacenados temporalmente.</p> <p>Para el acopio de materiales de desechos de obra como cartón, cemento, etc., se tendrá un área determinada de donde serán trasladados, según su tipo, al relleno sanitario o entregados a empresas autorizadas para operar en cadenas de reciclaje.</p>
<p>Fase externa: Esta se llevara a cabo a través de una empresa autorizada prestadora del servicio, los residuos serán retirados, transportados y depositados en lugares autorizados por gestores autorizados para cada uno de los tipos de residuos.</p>				
<p>RESIDUOS PELIGROSOS</p>				
	X	X	<p>De acuerdo a la naturaleza del proyecto y sus componentes, no se generarían residuos peligrosos de forma regular, las actividades y operaciones relacionadas con el proyecto tienen que ver con la presencia de maquinaria y equipo, así como sus necesidades de insumos y mantenimiento</p>	<p>Para la prevención de accidentes y evitar derrames eventuales de líquidos mientras operan equipos con motor de combustión los encargados destinados del proyecto tendrán la obligación de verificar que se utilicen únicamente equipos en buen estado.</p> <p>Se solicitará a los contratistas contar con un programa de mantenimiento de maquinaria y equipo que asegure su buen estado.</p> <p>La maquinaria que llegue a presentar goteos de aceite y/o gasolina serán retirados del área y no podrán ingresar al área del proyecto hasta su reparación o sustitución por otro en buenas condiciones.</p> <p>La limpieza de vehículos y equipos (camiones, camionetas, maquinarias viales, etc.) generará efluentes que pueden contener cierta concentración de aceites y grasa. El lavado de vehículos se realizará en el área destinada a tal fin, esta área de limpieza deberá ser impermeable (con piso o lona plástica) y contará con canaletas perimetrales con rejilla metálica para contener los líquidos.</p> <p>Los desechos de hidrocarburos serán vertidos a recipientes debidamente identificados. Los recipientes que hayan sido llenados serán llevados por empresas</p>

			<p>autorizadas para su mantenimiento o reciclado.</p> <p>El personal de supervisión de esta área deberá de haber asistido a todas las capacitaciones de prevención de contaminación y manejo de residuos.</p> <p>En caso de existir algún derrame de hidrocarburos (aceites, grasas y combustibles), se procederá a restaurar o restablecer las condiciones fisicoquímicas del suelo, conforme a la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, lo cual aplicará también en las etapas de construcción, operación y abandono del sitio.</p>
<p>Fase externa:</p> <p>Para la recolección y transporte de los residuos peligrosos generados, se contratará una empresa autorizada para el acopio y transporte de dichos residuos. Esta empresa se encargará de llevar los residuos a un sitio de tratamiento o disposición final (según el tipo de residuo) autorizado. Se llevará el control de los manifiestos de residuos generados firmados por la empresa transportista y el sitio de disposición final.</p>			

1. **PS** Preparación del sitio. 2. **C** Construcción. 3. **OP** Operación. ¹ **Orgánicos:** Desechos de comida y de materias primas para la preparación de la misma. ² **Inorgánicos:** Vidrio, plástico, aluminio y cartón.

Envasado y almacenamiento

Posterior a la identificación de los diversos residuos que sean generados en las diferentes áreas del proyecto, en sus diferentes etapas de desarrollo, se procederá al envasado de los residuos, en los recipientes adecuados para tal fin.

Tabla VII.12. Residuos generados y contenedores.

Residuo	Descripción del Residuo	Tipo	Recipiente recomendado
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
Residuos urbanos valorizables			
Madera	Madera que no contenga productos peligrosos.	Valorizables	Apilamiento o contenedor con tapa

Residuo	Descripción del Residuo	Tipo	Recipiente recomendado
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 peligrosos.			
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	Absorbentes,	Peligroso	Bidón con cierre de ballesta

Residuo	Descripción del Residuo	Tipo	Recipiente recomendado
contaminados	materiales de filtración, (incluidos los filtros de aceites no especificados en otras categorías), trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas.		
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 contaminada	Tierra y piedras (incluidas las excavadas de zonas contaminadas) que contienen sustancias peligrosas.	Peligroso	Bidón con cierre de ballestas o contenedor abierto
Tubos fluorescentes	Tubos fluorescentes y otros residuos que contienen mercurio.	Peligroso	Bidón con cierre de ballesta
Madera contaminada	Madera que contiene sustancias peligrosas.	Peligroso	Contenedor estanco abierto
Aerosoles	Envases vacíos de aerosoles	Peligroso	Bidón con cierre de ballesta
Filtros de aceite	Filtros de aceite metálicos.	Peligroso	Bidón con cierre de ballesta

Los contenedores de residuos peligrosos preferiblemente deberán ser colocados sobre tarimas de madera dentro del almacén.

Para el almacenamiento temporal de residuos peligrosos en exteriores durante procesos constructivos, se deberán de cumplir ciertas especificaciones, 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 que se llegue a generar, será de poco tiempo 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.

En el caso de los residuos no peligrosos, podrían ser almacenados dentro del mismo almacén temporal de residuos peligrosos con la estricta separación y envasado, de tal manera que no haya mezcla de residuos peligrosos con los residuos no peligrosos.



Figura VII.12. Ejemplos de contenedores de almacenamiento de residuos. (Figura: www.fcencias.unam.mx).

Las áreas de almacenamiento de residuos deberán tener las siguientes características:

- a)** Estar separadas de las áreas de producción, 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 contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados;
- d)** Cuando se almacenan residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño;
- e)** Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia;

- f) Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados;
- g) Contar con señalamientos 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 características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios, y
- i) La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical.

El responsable asignado para el control de entrada y salida de los residuos del almacén temporal, llevará un registro mediante una bitácora, en donde se manifieste el nombre del residuo, la cantidad, peso en kg o litros en el caso de residuos líquidos, tipo de residuos, características, área proveniente, fechas de ingreso y salida del almacén área de resguardo o transferencia, nombre, denominación o razón social y número de autorización del prestador de servicios a quien en su caso se encomiende el manejo de dichos residuos, nombre técnico del responsable. Lo anterior con objeto de evidenciar que todos los residuos que sean generados serán conducidos y almacenados temporalmente, hasta que sean entregados a la empresa recolectora contratada para la recolección, transporte y disposición final de residuos.

VII.6.4. Medidas de urgente aplicación

El Art. 148 del Reglamento de la LGPGIR hace mención de las acciones que deben de acatarse durante la aplicación de las medidas de urgencia inmediatamente después de ocurrida la emergencia, y en los criterios que deberán acatarse durante la ejecución de la remediación (Art 149 del mismo Reglamento). El artículo 149 da una orientación específica a la calidad de servicios que deberán prestarse durante la remediación de sitios contaminados.

Con esto, la necesidad de implementar medidas urgentes, puede derivarse de una disposición inadecuada ya sea por causas involuntarias como un accidente, descompostura de algún vehículo de transporte o por ignorancia o negligencia. Cualquiera que sea la causa, lo que procederá es:

Residuos no peligrosos

- En caso de residuos no peligrosos recoger los residuos del lugar donde fueron dispuestos inadecuadamente.
- Trasladarlos al sitio de reciclaje o al lugar de disposición final.

Residuos líquidos.

- En caso de los sanitarios portátiles informar al prestador del servicio para que acuda al sitio y colecte los líquidos de los equipos dañados, pedir la limpieza del sitio y la colocación de nuevos equipos sanitarios.
- Incrementar la vigilancia en el uso de los servicios sanitarios, así como del mantenimiento de los equipos.
- Remediación del sitio, en función de lo que la autoridad ambiental determine conforme al daño ambiental ocasionado.

Residuos peligrosos.

Ahora bien, el artículo 85 del Reglamento de la Ley citada, establece que quienes presten servicios de recolección y transporte de residuos peligrosos deben cumplir entre otros con lo siguiente:

Contar con un plan de contingencias y el equipo necesario para atender cualquier emergencia ocasionada por fugas, derrames o accidentes.

En caso de generarse durante el desarrollo del proyecto una emergencia por algún derrame accidental, se llevarán a cabo acciones de remediación de sitios contaminados. Estas acciones de remediación son acciones para eliminar o reducir los contaminantes hasta un nivel seguro para la salud y el ambiente, o prevenir su dispersión sin modificarlos.

El indicador permitirá identificar si se han logrado la remediación del sitio hasta alcanzar los niveles de limpieza previstos en las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.

Cabe señalar que las acciones de remediación del suelo, será llevado por un prestador de servicios de tratamientos de suelos contaminados autorizados. Cualquiera que sea la causa, lo que procederá es:

- Minimizar o limitar su dispersión
- Retirar el material o residuos
- Realizar la limpieza del sitio
- Anotar el incidente en sus bitácoras
- Identificar las causas de falla.
- Por seguridad se contará con un extintor del tipo ABC.

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 m³, 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.

Emergencia ambiental.

- 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.
- En ciertos casos, la mezcla de suelos contaminados con suelos no contaminados con propósitos de dilución.
- La extracción o remoción de suelos contaminados y residuos peligrosos contenidos en ellos sin un control de la emisión de polvos.
- La aplicación en el sitio de oxidantes químicos.

Por funcionamiento de maquinaria y equipo:

- En caso de derrames accidentales de aceites o hidrocarburos por descompostura de vehículos, se hará uso de lonas o materiales absorbentes (arena o aserrín) que posteriormente se recogerá en cubetas de plástico con tapa.
- En las descomposturas accidentales, los vehículos serán trasladados a talleres especializados, previo control de las fugas de aceites o combustibles que implicará colectar las sustancias en depósitos con tapa o sellar los depósitos.
- Suspensión temporal de las actividades que derivaron en problema de contaminación.
- Implementación de medidas correctivas para remediar el daño ocasionado. ***En el***

almacén de materiales peligrosos:

- En caso de derrame, colocar un material absorbente del tipo arena o aserrín y recoger en una cubeta con tapa.

Estas medidas de urgente aplicación serán aplicadas en caso de accidente para evitar mayor afectación, no obstante, de ser necesario se presentará el programa de

remediación correspondiente mediante el procedimiento establecido en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión de los Residuos.

Para 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 almacén y desechar el excedente de materiales regularmente.
- ✓ Evitar al máximo el uso de productos corrosivos, reactivos, tóxicos o inflamables. El uso de estos materiales puede generar residuos peligrosos.
- ✓ No almacenar grandes cantidades de materiales peligrosos. Comprarlos en cantidades que se usen rápidamente.



Figura VII.13. Recolección externa de residuos sólidos. (Fuente: <http://cancun.gob.mx/>).



Figura VII.14. Ejemplo de sitio para disposición final de residuos sólidos. (Figura: www.fmdelsol.com).

VII.6.5. Indicadores de cumplimiento

A continuación se presentan los indicadores que serán empleados para evaluar la correcta aplicación del presente programa y por tanto su eficiencia, asimismo, se indican cuáles serán las evidencias de cumplimiento que deberán ser recabadas.

1. Separación de los residuos

- ✓ Indicador: Correcta separación de los residuos, de acuerdo a las clasificación descrita anteriormente.
- ✓ Evidencia de cumplimiento: Informe fotográfico y bitácora de registro.
- ✓ Relación y estimación del volumen de todos los residuos.

2. Limpieza de las áreas

- ✓ Indicador: Ausencia total de Residuos.
- ✓ Evidencia de cumplimiento: Informe fotográfico.

3. Recolección

- ✓ Indicador: Recolección en las fechas programadas. En el caso de residuos peligrosos manifiestos de transporte recolección.

- ✓ Evidencia de cumplimiento: Informe fotográfico, bitácora de registro, manifiestos de entrega-recepción de los residuos.

4. Evaluación

- ✓ Se realizará la estimación y relación del volumen de residuos generados.

VII.6.6. Puntos de comprobación

Para asegurar el cumplimiento de los procedimientos, se efectuarán de manera periódica recorridos de verificación, y en caso de encontrar áreas 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 dará 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 supervisión de los residuos líquidos generados en la construcción, para los residuos de tambores, así como en las áreas de generación de residuos (ver las siguientes tablas).

Tabla VII.13. Inspecciones de orden y limpieza en los sitios de recolección de residuos.

INSPECCIONES DE ORDEN Y LIMPIEZA EN LOS SITIOS DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS. CLAVE : CIAAR 4.4.6-01				FECHA		
ÁREA DE GENERACIÓN:				DÍA	MES	AÑO
SUPTCIA. RESPONSABLE:				HOJA No. ____ DE ____		
RESIDUOS EN TAMBORES						
CRITERIO A CUMPLIR	SI	NO	DESCRIPCION DE LA CAUSA DEL INCUMPLIMIENTO	ACCION CORRECTIVA TOMADA		
1. Áreas de recolección de residuos limpias.						
2. Áreas de recolección de residuos ordenadas.						
3. Cada sitio de recolección cuenta con cartel de identificación para el tipo de residuo a recolectar.						
4. Se cumple con el código de colores establecido para los tambores de recolección.						
5. El tipo de tambor de recolección es de acuerdo a lo indicado en el cartel respectivo.						

Tabla VII.14. Inspección y vigilancia del manejo de residuos líquidos en las áreas de generación.

CRITERIO A CUMPLIR	SI	NO	DESCRIPCION DE LA CAUSA DEL INCUMPLIMIENTO	ACCION CORRECTIVA TOMADA
1. Áreas de recolección de residuos limpias				
2. Áreas de recolección de residuos ordenadas.				
3. Hay residuos peligrosos mezclados.				
4. Existe cartel de identificación para cada sitio de recolección				

COMENTARIOS:

REALIZO:	AUTORIZO:
NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA

VII.6.7. Requerimientos de personal, materiales y equipo

Para realizar las adecuadamente las actividades establecidas de acuerdo con la dimensión y características del programa, se hace necesario contar con el siguiente personal y la adquisición del siguiente material y equipo:

- **Personal**

Para la fase interna donde se lleva a cabo la identificación, separación y preparación de los residuos, se conformará una brigada, la cual estará integrada por personal capacitado, con experiencia en manejo de residuos y medidas de urgente aplicación.

Para la fase externa se contratarán empresas autorizadas para el traslado y disposición final de los residuos en sitios de tratamientos autorizados, según sea el caso.

- **Material**

Tabla VII.15. Requerimientos de materia y equipo.

REQUERIMIENTO DE MATERIAL Y EQUIPO,
Palas, escobas y recogedores
Lonas
Bitácora
Bidones
Contenedores con tapas
Guantes
Tapabocas
Tarimas

VII.7. MEDIDAS DE ATENCIÓN A IMPACTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS

Como parte del Programa de Supervisión y Gestión ambiental se establecen medidas para atender impactos específicos, estas medidas no se encuentran incluidas en los programas ambientales que integran el PSGA, ya que se subdividen en medidas para el control de emisiones a la atmósfera y medidas de compensación en beneficio de los humedales. Estos se describen a continuación.

VII.7.1. Medidas para el control de emisiones a la atmósfera

La presente medida propone estrategias de carácter preventivo para el control de contaminantes a la atmósfera y generación de ruido por la operación de maquinaria y equipo, así como para el control de generación de polvos por el movimiento de materiales durante el desarrollo del proyecto.

VII.7.1.1. Objetivos

- ✓ Controlar las emisiones de material particulado y gases a la atmósfera como resultado de los movimientos de tierra y operación de vehículos, equipos y maquinaria.
- ✓ Prevenir el incremento en los niveles de ruido durante las actividades constructivas del proyecto.

VII.7.1.2. Estrategias

En específico las emisiones de gases de combustión y generación de ruido provenientes de la maquinaria y vehículos que operen en las etapas de preparación del sitio y construcción, serán mitigadas mediante las siguientes medidas.

1. Se llevará una bitácora de control de las verificaciones y ajustes de maquinaria y vehículos utilizados, con el objetivo de garantizar una generación mínima de emisiones a la atmósfera derivadas del funcionamiento de fuentes móviles. Esta bitácora contendrá un inventario con la información general de los equipos (año, combustible, capacidad, entre otras).
2. Los vehículos deberán circular con el escape cerrado tanto en los caminos de acceso como en las áreas de trabajo.
3. Durante la construcción se realizará el transporte del equipo pesado y material de construcción durante las horas de poco tránsito vehicular para evitar exceso de emisiones atmosféricas.
4. Durante la construcción del proyecto se deberá realizar un frecuente y adecuado mantenimiento a los equipos y maquinaria utilizada, de tal forma que el buen funcionamiento de éstos no genere emisiones de ruido fuera de los límites máximos permisibles.
5. Durante la construcción del proyecto, los camiones y vehículos utilizados deberán respetar los límites de velocidad para evitar accidentes de tránsito.
6. Se realizarán monitoreos periódicos de ruido perimetral y se dará seguimiento a los niveles reportados mediante una bitácora que contenga al menos la fecha del monitoreo, hora del monitoreo y nivel de decibeles reportado.
7. Apagar vehículos y maquinaria cuando éstos no estén en uso.

La generación de polvo es evidente en términos estéticos y de paisaje, además de tener efectos nocivos contra la salud y la biota presente. Para mitigar la dispersión de partículas suspendidas se realizarán las siguientes medidas:

1. Las actividades de desmonte y despalme del terreno deberán desarrollarse de forma paulatina conforme se avance en el frente de obra, evitando mantener el

suelo desnudo para no provocar su erosión.

2. Iniciar la obra en contra del viento dominante en la zona, y si fuera posible construir una barrera de protección que evite la dispersión del polvo generado.
3. Ubicar si es posible la carga y descarga de material en una zona protegida del viento.
4. La altura desde la que se carga el material en los camiones debe ser la mínima posible.
5. El transporte de los materiales a utilizar deberá realizarse preferentemente en camiones cubiertos con lonas y con el material humedecido para evitar su dispersión al aire.
6. Es importante mantener húmeda la zona de trabajo para evitar que las partículas de polvo puedan desplazarse a otros sitios. Las actividades se basan en recorridos con carros cisterna por las áreas de trabajo dedicados a la aplicación de agua de riego sobre los caminos de acceso a las obras con la finalidad de mantener húmedo el sustrato y evitar la producción del polvo por la acción del viento. En forma similar, los residuos sólidos secos deberán humedecerse levemente antes de su disposición final.
7. Durante la construcción del proyecto, se limpiarán los vehículos destinados al transporte de materiales de construcción o excedentes de excavación, de tal forma que se evite el arrastre de material adherido a las llantas desde la zona del proyecto hacia las vías pavimentadas, para lo cual se deberá implementar a la salida de los frentes un sistema de limpieza.
8. Durante la construcción, operación y mantenimiento del proyecto se deberá asegurar el correcto almacenaje y protección de los residuos sólidos.

Monitoreo

El promovente efectuará monitoreos periódicos de la calidad del aire para verificar el contenido de partículas suspendidas totales (PST) en el aire, así 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 serán contratados laboratorios de prueba debidamente acreditados ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA).

VII.7.1.3. Indicadores de cumplimiento

Se realizarán informes y reportes con las estrategias cumplidas, monitoreos de ruido y partículas suspendidas perimetral durante el proyecto.

Inspecciones para la supervisión de operación y para la verificación del cumplimiento de cada estrategia.

VII.7.1.4. Requerimientos de material y equipo

Durante el desarrollo de este programa se requerirá de los siguientes materiales y equipo:

Tabla VII.16. Requerimientos de material y equipo.

REQUERIMIENTO DE MATERIAL Y EQUIPO,
Material
Carpas
Cubetas
Mangueras
Bitácora

VII.7.2. PROGRAMA DE COMPENSACIÓN EN BENEFICIO DE LOS HUMEDALES

A pesar de que no se realizarán obras y actividades en el área de humedales como parte del proyecto, las obras y actividades se encuentran a una distancia menor de 100 metros del manglar, por lo que se cumplirá la medida de compensación en beneficio de los humedales, de acuerdo al numeral 4.43 de la **NOM-022-SEMARNAT-2003**, cuya vinculación se encuentra en el capítulo III. De acuerdo a lo anterior se realizarán las estrategias en Laguna La Caleta conforme a los pasos descritos en la figura VII. 15.

VII.7.2.1. Objetivos

Implementar estrategias en beneficio del manglar con la finalidad de aumentar la superficie vegetal.

VII.7.2.2. Estrategias

Se llevara a cabo la reforestación con manglar, para poder cumplir con los objetivos de la presente medida, en la siguiente figura se muestran los pasos a seguir:

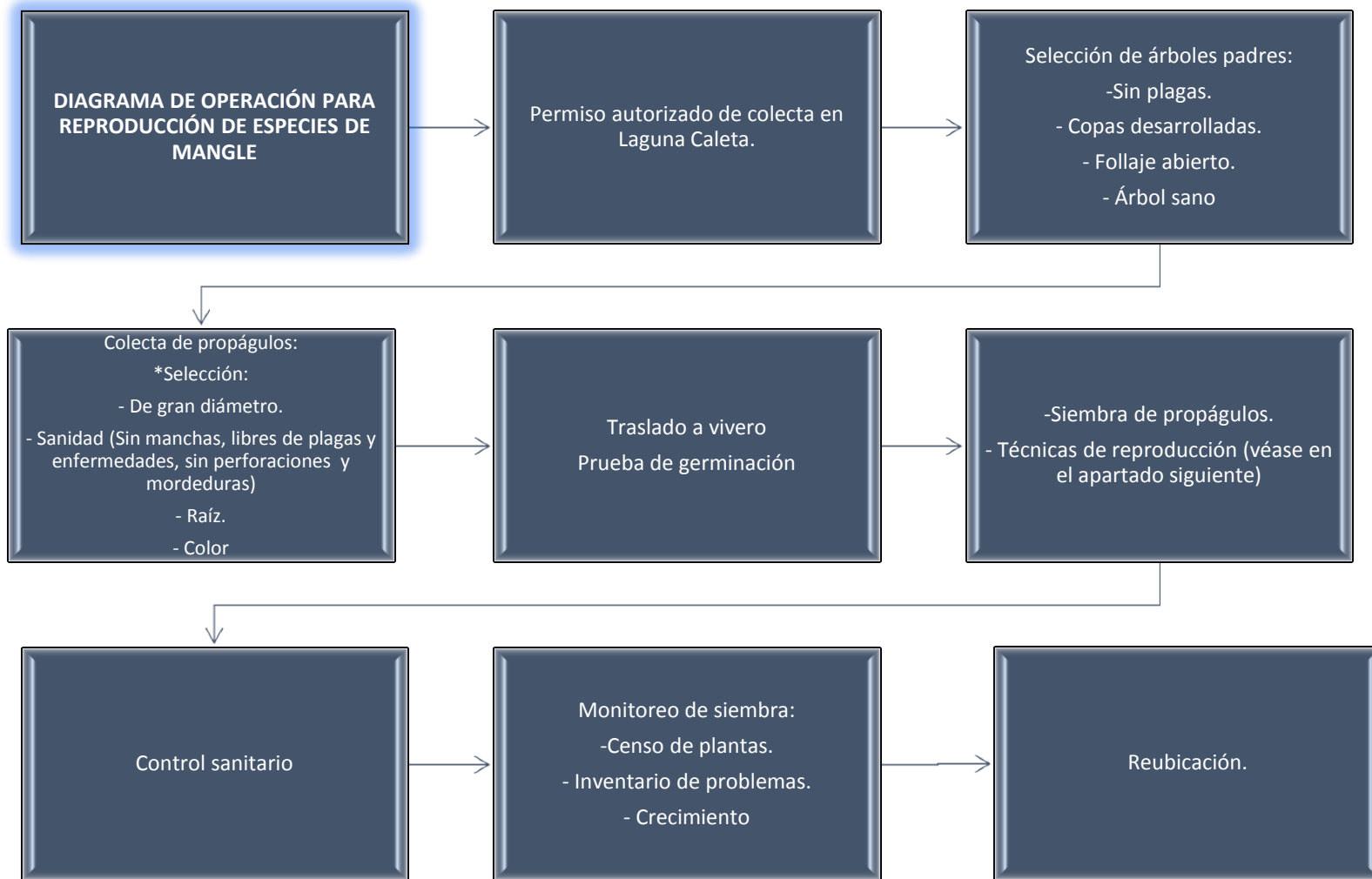


Figura VII.15. Diagrama de operación para producción de mangles.

Técnicas de reproducción.

Para este programa se recomienda utilizar la reforestación con propágulos colectados de árboles sanos y transportados a un vivero provisional para monitorear su desarrollo, en conjunto con un método de protección, aquí el método más adecuado es la técnica de encajonamiento para proteger las plántulas de la corriente e inundaciones: consiste en plantar dentro de un tubo de PVC.

Siembra directa. Manejar periodos de colecta de propágulos indicados en los meses donde exista abundancia. Ubicar los lugares donde se encuentren los árboles padres, para la colecta de propágulos se deben considerar las siguientes características: color, tamaño, daños y sanidad. Ésta técnica es la más fácil y económica.

Sin embargo, tiene muchos riesgos para sitios donde hay influencia de corrientes, paso de gente o ganado y cambios drásticos del nivel de inundación debido a que se pueden ahogar o secar. Normalmente se recomienda realizar resiembras en intervalos de 10 a 15 días para reponer los propágulos que mueran y conservar la densidad programada.



Figura VII.16. Diferentes propágulos de tierno a maduro (www.pronaturaveracruz.org).

Otras técnicas que también se recomiendan y que se pueden llegar a utilizar, según las condiciones del sitio, se describen a continuación.

Trasplante. Es una opción trasplantar las plántulas que nacen por miles en las bocabarras y orillas de las lagunas una vez que concluyen las lluvias. La mayoría muere en la época de secas o se ahoga en la próxima temporada de lluvias. Se pueden poner en vivero hasta que alcancen buen tamaño y entonces ponerlas donde se requiera.

Dispersión de semillas. 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. Para ahorrar tiempo y dinero se pueden cortar estacas de ramas maduras y sembrarlas directamente en el lugar. No es viable para grandes superficies.

Selección del sitio

Se localizará un área de manglar en Laguna La Caleta, también llamada Caletilla, que contenga condiciones similares a las especies seleccionadas, aunque el manglar muestra cierto estado de perturbación se considera que se encuentran sitios óptimos y que cumplen con condiciones para desarrollar actividades de restauración, esto como una medida de compensación en beneficio de los humedales.

VII.7.2.3. Indicadores de cumplimiento

Se llevará una bitácora en la cual se pondrán las coordenadas de los árboles donde se recolectaron los propágulos, número de propágulos, sus condiciones, y los resultados de la prueba de germinación, la técnica a utilizar para su reproducción y el tipo de riego que se le dará (sombra densa o por inundación), en su caso los resultados del control fitosanitario, el monitoreo de siembra (censo de plantas muertas o vivas).

Para el trasplante se anotarán las coordenadas donde se reubicaran, además de las especificaciones de las condiciones del sitio

VII.7.2.4. Requerimientos de personal, material y equipo

Durante el desarrollo de este programa se requerirá de los insumos utilizados en el área de resguardo temporal vegetal.

– Personal

Se conformará una brigada, la cual estará integrada por un técnico y un Ingeniero forestal o afín, con experiencia en manejo de propagación bajo condiciones de vivero, manejo de rescate de especies, aplicación de cuidados a la flora silvestre, uso de productos orgánicos y realización de plantaciones.

– Material y equipo

Durante las actividades propias del rescate y reubicación de ejemplares se utilizarán los siguientes materiales y equipos:

Tabla VII.17. Material y equipo.

Concepto	
Palas rectas	Tijeras cortas para jardinería
Barretas	Navaja o cuchilla
Equipo de jardinería	Machete
Cajas de madera	Bolsas enceradas para semillas
Hilo tipo cordón a base de ixtle	Tubo de PVC
Etiquetas de aluminio	Vernier
Papel periódico o de estraza	Bitácora de obra

VII.8. ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

En este apartado se describe el procedimiento y los costos requeridos para lograr la restauración 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 cuestión de estructura y funcionalidad; para lograr esto es necesaria la restauración forestal o ecológica, para lo cual en primer lugar se indican las bases teóricas del proceso y posteriormente la forma en que sería aplicable al Proyecto.

De acuerdo con el Artículo 7, fracción XXXV de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la restauración forestal se define como: “El conjunto de actividades tendentes a la rehabilitación de un ecosistema forestal degradado, para recuperar parcial o totalmente las funciones originales del mismo y mantener las condiciones que propicien su persistencia y evolución”.

De igual manera la restauración ecológica supone, entre otras cosas, la mejor restitución posible de los ciclos biogeoquímicos y de otros rasgos críticos de un ecosistema dado. Sin embargo, la complejidad intrínseca de los sistemas ecológicos y su importancia para la continuidad de la evolución de las especies hacen necesario que la restauración 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 daño.

La Society for Ecological Restoration, International Science y el Policy Working Group (2004) consideran que la restauración ecológica es el proceso de ayudar a la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido. De acuerdo con Barraza (en Sánchez et al, 2005), la acción de la restauración ecológica 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 hábitat afectado y que

compensen aceptablemente los daños causados. Señala que existen cuatro enfoques en la restauración de comunidades biológicas y de los ecosistemas:

1. Ausencia de acción. Es cuando se deja que el ecosistema se recupere por sí mismo, conocido también como restauración pasiva. Un ejemplo son los campos de cultivo abandonados, que después de algunas décadas se convierten en acahuals y, con un poco de suerte, en bosques.
2. Rehabilitación. 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 área de bosque degradado por un pastizal productivo.
3. Restauración parcial. Consiste en restaurar por lo menos algunas de las especies dominantes originales y ciertas funciones del ecosistema. Por ejemplo, la plantación de árboles nativos en un bosque degradado.
4. Restauración completa. Consiste en restaurar el área con su composición de especies, estructura y funciones originales por medio de un programa activo de modificación del sitio y de reintroducción de las especies.

Como un proceso integral, la restauración ecológica implica recuperar la estructura, funcionalidad y autosuficiencia semejantes a las presentadas originalmente en un ecosistema que ha sido degradado.

Valladares *et al.* (2011), señalan que la restauración puede considerarse como un esfuerzo de manipulación consciente de los filtros ecológicos con el objetivo de acelerar o dirigir el proceso de colonización vegetal. Por lo tanto, la identificación de los filtros ecológicos más limitantes para el establecimiento de la vegetación como paso previo a la toma de decisiones en un proyecto determinado, es sumamente importante para el éxito de cualquier restauración. En seguida se explican los procesos ecológicos más relevantes para lograrlo.

1. La colonización y la sucesión

Cuando una zona queda desprovista de vegetación, se pone en marcha el proceso de sucesión vegetal, que comienza por la fase de colonización, así, la colonización de una zona sin vegetación depende, en primer lugar, de la llegada de semillas por dispersión desde las zonas circundantes a través de distintos vectores como el viento, el agua o los animales.

Tras la fase de colonización, las interacciones entre plantas, tanto a través de la facilitación de una especie por otra que le ayuda a establecerse (interacción positiva) o a través de la exclusión de una especie por la presencia de especies competidoras (interacción negativa), implican cambios graduales en la composición florística de las comunidades. En definitiva, la colonización de una zona dada –y la comunidad de plantas resultante– depende de tres grandes grupos de factores: a) la disponibilidad de semillas, b) las condiciones del medio y c) las interacciones planta-planta, conocidos a su vez como los tres grandes ‘filtros ecológicos’ que determinan el ensamblaje de las especies.

2. Filtros ecológicos que determinan la colonización y el ensamblaje de las comunidades

De acuerdo con la teoría de ensamblaje de las especies (assembly rules, en inglés), solo aquellas pertenecientes al conjunto o pool de especies locales capaces de atravesar una serie de filtros podrán establecerse con éxito en una zona determinada. La selección de las especies se hace en función de sus rasgos morfológicos y funcionales que definen su capacidad para alcanzar la zona por dispersión (filtro de la dispersión), para adaptarse a las condiciones del medio (filtro de los factores abióticos) y para competir con las demás plantas establecidas

La intervención activa sobre los filtros es necesaria cuando los procesos de colonización transcurren demasiado lentamente para poder alcanzar en un plazo aceptable los

objetivos de la restauración o cuando el sistema ha sobrepasado un umbral de irreversibilidad (Halle y Fattorini 2004). Este último determina la capacidad del sistema para recuperarse por sí mismo. La perturbación sufrida por los ecosistemas durante las obras es tal que, en la mayoría de los casos, se supera el umbral de irreversibilidad.

Además del conocimiento de estos procesos, los autores antes citados, sugieren que antes de tomar cualquier decisión en un proyecto de restauración, y siempre que sea posible, conviene llevar a cabo un estudio de las variables ambientales que condicionan la zona a restaurar (clima, suelo, topografía, flora, proximidad de la vegetación naturalh). Esta prospección permitirá orientar la elección de las medidas más adecuadas y garantizar su viabilidad y rentabilidad en términos de coste/ beneficio. No obstante, no siempre es necesario intervenir, ya que en ocasiones la colonización natural es suficiente para proporcionar una cobertura vegetal eficaz en el control de la erosión y la estabilización del suelo.

Dadas las condiciones en el supuesto de que ya se hubiere efectuado el cambio de uso de suelo, es decir la remoción total de la vegetación y de suelo fértil, sería necesaria la intervención humana con el proceso de restauración, ya que la colonización natural sería bastante lenta al carecer de suelo orgánico (Figura VII. 18).

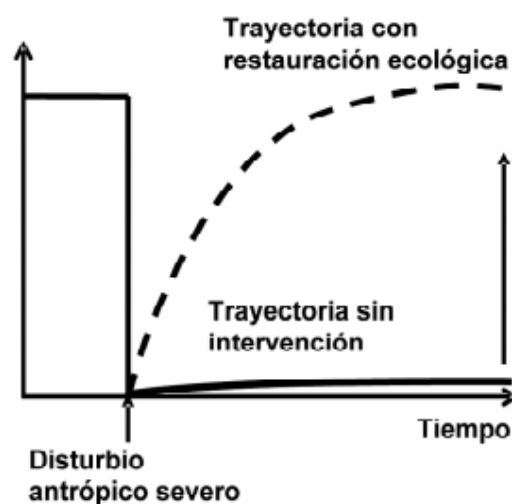


Figura VII.17. Proceso de sucesión vegetal con restauración ecológica. Tomado de Martínez-Ramos y García Orth (2007).

Martínez-Ramos y García-Orth (2007), mencionan diferentes casos de restauración, en los que los periodos de recuperación natural han sido bastante largos, para alcanzar la madurez de las selvas; presenta una comparación de casos, tomando en cuenta la frecuencia de individuos con cierta formación de biomasa basada en el área basal; de esta manera, menciona que en áreas degradadas con un periodo de recuperación de 20 años, es frecuente encontrar individuos con diámetros de 15 a 25 cm y en menor frecuencia de 35 a 45 cm; en áreas de 40 años, además de individuos con estas medidas ya es posible localizar algunos con diámetros mayores a 65 cm; en este sentido, con el paso del tiempo aumenta la frecuencia de individuos con diámetros mayores. En la siguiente figura se muestra el cambio sucesional en la frecuencia relativa de árboles.

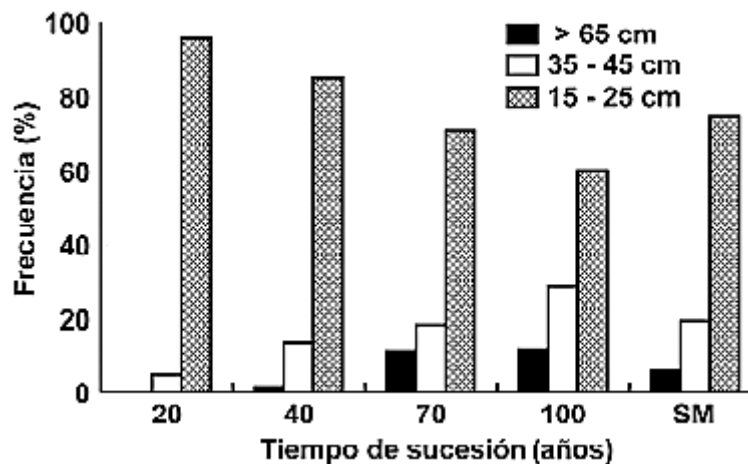


Figura VII.18. Cambio sucesional en la frecuencia relativa de árboles con diferente diámetro a la altura del pecho (DAP).

Para el desarrollo de este capítulo se consideraron actividades y costos para un plazo de 20 años en los que sería imprescindible la intervención humana en la restauración, periodo en el que se considera que la comunidad alcanzaría cierta fortaleza y estabilidad para que posteriormente continuara la sucesión de manera natural hasta alcanzar las condiciones presentadas antes del evento de disturbio (CUS).

VII.8.1. Etapas de la restauración ecológica, aplicables al proyecto

Tomando en cuenta lo antes expuesto, se realizaría el proceso en busca de una restauración completa siguiendo las etapas que se enuncian a continuación, de acuerdo con la metodología de Valladares *et al.* (2011), la cual fue diseñada para su aplicación en taludes de carreteras, por lo que se hacen las adaptaciones correspondientes para que tenga aplicación al Proyecto que nos ocupa.

VII.8.2. Restauración del suelo y banco de semillas

Se consideró esta etapa como la primera, dado que al efectuarse el CUS quedarían horizontes de suelo estéril, siendo necesaria la adición de material orgánico, para acelerar la recuperación de su capacidad productiva.

Las limitaciones abióticas pueden ser suplidas mediante distintas técnicas de restauración que consisten en la aplicación de fertilizantes (Petersen *et al.* 2004), enmiendas orgánicas (de Ona y Osorio 2006) o tierra vegetal (Balaguer 2002). Entre las diferentes medidas existentes, la adición de tierra vegetal presenta la ventaja añadida de ser capaz de contrarrestar al mismo tiempo el filtro de la dispersión. En efecto, la tierra vegetal cumple la doble función de

- a) mitigar las malas condiciones abióticas del suelo, por su mayor contenido en materia orgánica y microorganismos y
- b) aportar semillas mediante el banco natural de semillas contenido en el suelo.

El beneficio a largo plazo del aporte de tierra vegetal ha sido evidenciado por Wali (1999), al observar, 45 años después del tratamiento, un grado de evolución de la vegetación varias décadas más avanzado en áreas tratadas con tierra vegetal que en aquellos no tratados.

En este sentido, se consideró la compra y adición de tierra de monte para una superficie de 0.537413 ha; para lo cual se requerirían 201,529.87 toneladas; dato que se obtuvo considerando un peso medio por m³ de 1.5 toneladas, según diferentes referencias; tomando en cuenta que el tipo de suelo dominante en los polígonos del Proyecto es arenosol, mismo que tiene una pequeña capa orgánica, con lo que se obtuvo el volumen de suelo orgánico para una superficie de 0.537413 ha. Ver siguiente tabla.

Tabla VII.18. Estimación del peso total de suelo orgánico en una superficie de 0.537413 ha, con suelo dominante tipo arenosol.

Superficie (ha)	Superficie (m ²)	Profundidad suelo (m)	Volumen suelo (m ³)	Peso ton/m ³	Peso total (ton)
0.537413	537,413	0.25	134,353.25	1.5	201,529.875

Para obtener un costo medio de tierra de monte (en este estudio considerado como el suelo orgánico) se consideró el valor de la producción total de tierra de monte a nivel nacional y su costo total anual, según datos del Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2013, dentro del estado de Quintana Roo no se presentó producción de este producto no maderable.

La producción total anual a nivel nacional corresponde a 49,953 ton/ha y su costo total de es de \$38,351,807.00, dentro del mismo anuario en mención, se reporta que el precio promedio entre los años 2009-2013 de tierra de monte fue de \$ 429.05, por otro lado, durante el año 2013 se tuvo un costo por tonelada de tierra de monte de \$767.75 M.N.

De acuerdo con lo anterior, la compra de 201,529.875 toneladas de tierra de monte que se requieren para una superficie de 0.537413 ha, tendría un valor económico total de **\$154,724,561.5 M.N** (Ver tabla VII. 18).

Tabla VII.19. Estimación del costo por tierra de monte (Considerando el suelo orgánico, para el caso del proyecto).

Superficie (ha)	Peso total (ton)	Costo (\$/ton)	Costo total
0.537413	201,529.87	\$767.75	\$154,724,561.5

VII.8.3. Proximidad y calidad de la vegetación natural circundante

La presencia de áreas de vegetación natural en la proximidad del predio que actúan como fuentes de semillas puede ayudar a paliar los efectos del filtro de la dispersión, puesto que favorece la entrada espontánea de especies desde la vegetación circundante y acelera los procesos de colonización en los polígonos, cuanto más próximos estén estos de la matriz de vegetación circundante, mayor será la llegada y disponibilidad de semillas en el área a restaurar.

La cercanía de manchas vegetales constituye uno de los motores principales para guiar la sucesión de las comunidades. En este sentido, la estrategia sería buscar conservar las zonas aledañas a los polígonos de CUSTF que aún presenten vegetación natural en un buffer de 300 m, lo cual equivale a una superficie total de 13.8622 ha.

De acuerdo a un costo promedio de actividades de conservación que incluye la ejecución de planes de protección que la zona requiera, como apertura de brechas cortafuego con un costo de referencia de 318.30/ha y cercado con costo de \$1,309.69 /ha, considerando la implementación de actividades de monitoreo y vigilancia en eventos periódicos 2 veces al año, de \$200.00 por a cada uno; el costo por conservar una hectárea con vegetación costaría \$2,027.99.

De acuerdo a lo anterior, la conservación de una superficie de 13.8622 ha con vegetación tendría un costo equivalente de \$ 28,112.402.

VII.8.4. Selección de especies adaptadas a las condiciones de la zona a restaurar

Como alternativa, se ha propuesto el uso de especies locales tras comprobarse en distintos ambientes mediante siembras experimentales que se establecen mejor que las especies comerciales. Desde el punto de vista de la restauración del capital natural, en forma de bienes y servicios, el uso de especies locales es altamente recomendable por sus

ventajas ecológicas y geomorfológicas, tales como la preservación de la integridad genética, la conservación de la diversidad local, la compatibilidad con otras especies locales y el control eficiente de la erosión.

Con estos criterios se seleccionaron las especies que se enlistan en la siguiente tabla, mismas que fueron registradas durante los muestreos en campo.

Tabla VII.20. Listado de especies seleccionadas para iniciar la restauración ecológica.

CLASE	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO VALIDO APG III (PROYECTO)	NOMBRE COMUN
MAGNOLIOPSIDA	ARECACEAE	<i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. F. (1830)	Palma chit
	ANACARDIACEAE	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb. (1908)	Chechem
	APOCYNACEAE	<i>Thevetia ahouai</i> (L.) A. DC. (1844)	Tevetia
	BORAGINACEAE	<i>Cordia sebestena</i> L. (1753)	Siricote
	BURSERACEAE	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg. (1890)	Palo mulato, chaká
	FABACEAE	<i>Pithecellobium keyense</i> Britton (1928)	Ya'ax k'aax

De acuerdo a los datos de rendimientos y costos para el tipo de ecosistema se considera un costo por producción de planta de \$1,925.00 por hectárea, con una cantidad mínima de 625 individuos por hectárea; la estimación en cuanto a la superficie a restaurar, se incluye en los costos de las actividades de reforestación.

VII.8.5. Actividades de reforestación

En seguida se describen todas las actividades necesarias para el establecimiento de una plantación como parte de la reintroducción de ejemplares para guiar la sucesión vegetal en los polígonos afectados.

✓ Adquisición de la planta

Dada la diversidad de plantas que se tendrían que considerar, se aclara que por tratarse de especies silvestres en su mayoría no comercializables, se manejó un costo promedio

según los precios de referencia presentados anteriormente, para los individuos no maderables, puesto que la planta a adquirir estaría en una etapa juvenil, los cuales se obtuvieron basados en los usos locales y en el precio de especies tropicales que sí son comercializables, por lo tanto su adquisición sería mediante viveros.

Las plantas seleccionadas para la restauración deberán presentar las características mencionadas en el apartado de VII.3, estrategia 4.

✓ **Diseño de plantación**

El diseño de la plantación sería el de “tres-bolillo” (Figura VII.4), intercalando ejemplares de distintas especies, el distanciamiento que se maneja en el acuerdo mediante el cual se emiten los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación, para ecosistemas tropicales es de 4 m y una densidad de plantación de 625 árboles por hectárea; por lo que se estima que para cubrir la totalidad de la superficie de CUST (0.537413), se requieren 335 plantas.

✓ **Plantación**

Esta etapa incluye las actividades de traslado de la planta desde el sitio de adquisición al sitio de plantación, la apertura de cepas y colocación de la planta:

Estibado y transporte de la planta

Para el transporte de las plántulas se deberá contar con vehículos tipo Pick Up con plataforma amplia, y evitar con esto el amontonamiento de las plantas, para el caso de redilas de tres toneladas estas deberán estar acondicionadas con plataformas espaciadas.

Apertura de cepas

La cepa es el hoyo donde se planta un árbol. Para la preparación y apertura de estas véase el apartado VII.3.3 A. En la figura VII.3 se muestra el sistema de apertura de cepa común paso a paso.

Colocación de la planta

Primeramente, se agregará tierra suelta dentro de la cepa hasta calcular que el cepellón colocado quede con el cuello radicular del árbol al nivel del piso. Se evitará sofocar las raíces si el árbol queda muy abajo, pero si queda muy arriba las raíces se pueden morir o deshidratar, manteniendo el árbol en estrés permanente; el cuello radicular debe estar en un rango de 5 a 10 cm arriba, porque el suelo suelto bajará con el agua hasta quedar al nivel del piso. Ya colocado y nivelado verticalmente el tallo, se agregará la tierra suelta todo alrededor sin compactarla y riego simultáneamente si es posible para que no queden bolsas de aire (Figura VII. 19).

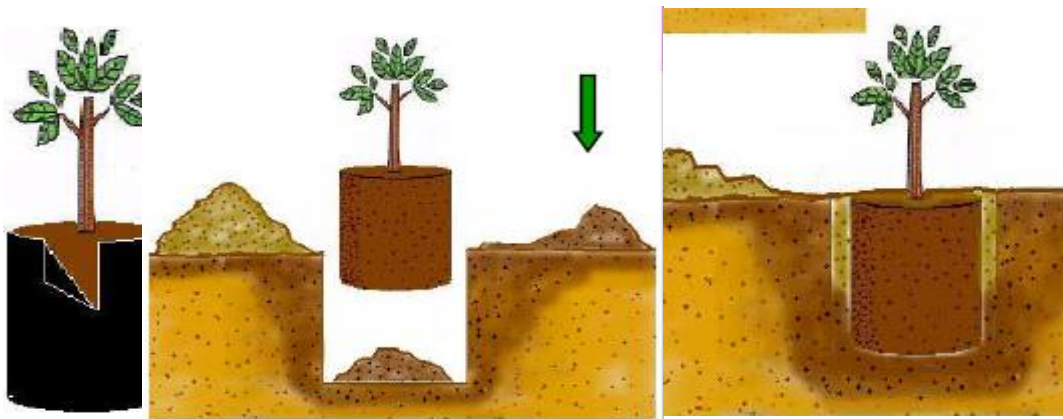


Figura VII.19. Secuencia de la colocación de las plántulas.

✓ **Época de plantación**

La plantación se llevaría a cabo en la etapa de inicio de la temporada de lluvias, la cual sería durante los meses de mayo-junio, esto con la finalidad de facilitar que las plantas se adapten a su nuevo medio y con ello reducir la mortandad por estrés.

El costo de las actividades implicadas en el establecimiento de una plantación se consideró según el acuerdo mediante el cual se emiten los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación; el cual

indica que para ecosistemas tropicales es de \$18,363.30 MN.; por lo el costo total para la superficie de CUS (0.537413 ha) sería de \$9,868.671 M.N.

VII.8.6. Implementación de obras de captación hídrica

La reforestación es una práctica vegetativa importante para la protección, conservación y restauración de suelos, así como para mejorar la captación hídrica, pero debe ser acompañada de diferentes prácticas mecánicas que aumenten la supervivencia, mejoren su desarrollo y con ello contribuyan a disminuir la degradación del suelo y aumentar la capacidad de infiltración del suelo (CONAFOR, 2004), se considera la siguiente:

Zanjas de infiltración: Las zanjas de infiltración son canales sin desnivel construidos en laderas, los cuales tienen por objetivo captar el agua que escurre, evitando procesos erosivos de manto, permitiendo la infiltración del agua en el suelo; es ideal sobre todo en terrenos con pendiente marcada, en que contribuye a contrarrestar la erosión hídrica laminar, aunque también tiene aplicación en sitios como los polígonos del Proyecto, en que la pendiente no es tan pronunciada.

Pizarro *et al.*, (2004) recomiendan construir una zanja de 5 m de largo, con un taco o separación de 0.5 a 1 metro entre zanjas y una separación entre líneas de 4 m, esto entre las hileras de la plantación, lo que equivale a tener 426 zanjas por ha (16 en cada línea y 2 líneas) con 2083 m lineales, como se muestra en la siguiente figura.

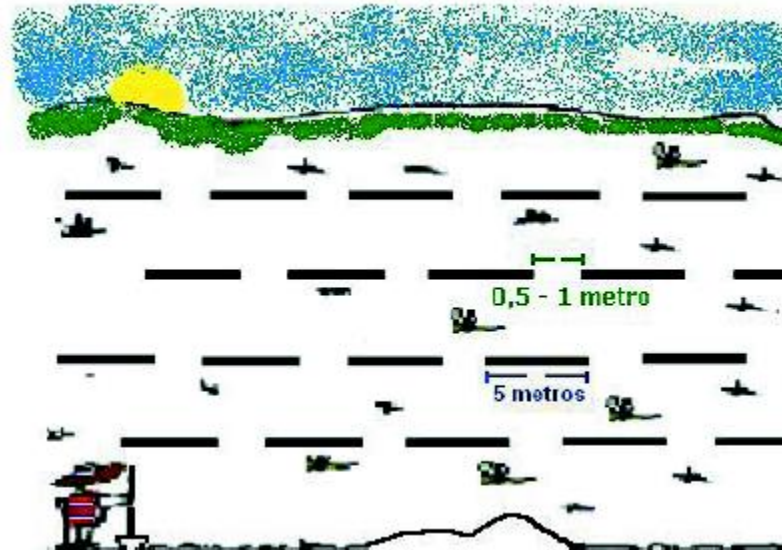


Figura VII.20. Ejemplo de la disposición de las zanjas de infiltración.

Una vez marcadas las zanjas en el suelo, se sigue con la construcción, ésta se realiza con herramientas tradicionales, es decir pala, pico y barretas, la tierra que se saca se coloca a un lado, en caso de pendiente, se coloca en la parte baja.

La CONAFOR, considera un costo promedio de \$7.77 MN para zanjas de 2 m, por lo que para la una zanja de 5 m se consideró un costo proporcional de \$19.43 M.N., por lo tanto, el costo por la construcción de 426 zanjas por ha equivale a \$8277.18 M.N.; en tanto que en la superficie de CUS (0.537413) el costo total sería de \$4,448.264 M.N.

VII.8.7. Actividades de mantenimiento y monitoreo

✓ Vigilancia

Es importante considerar la vigilancia continua de los polígonos a restaurar, esto con la finalidad de evitar el saqueo o maltrato de plantas, disposición inadecuada de residuos de todo tipo, proveniente de los asentamientos urbanos cercanos.

En esta actividad debe considerarse la colocación de letreros alusivos al cuidado de la vegetación y fauna, manejo adecuado de residuos, así como restricción al paso de personal no autorizado.

✓ **Monitoreo fitosanitario**

Posterior a la plantación, y como parte de las actividades de mantenimiento, si se presentan problemas de malezas como sucede frecuentemente, se realizará un deshierbe manual y/o con ayuda de medios mecánicos como machetes, para evitar la competencia de nutrientes entre los ejemplares de interés y estos organismos, pero únicamente en el cajete de la planta de interés, el resto debe mantenerse como parte de la cobertura vegetal para protección de suelos y pioneras de la sucesión ecológica.

La FAO (2000), señala que la cobertura del suelo tiene una acción protectora por la interceptación y absorción del impacto directo de la gota de lluvia, previniendo así el sellado de la superficie y preservando la estructura del suelo inmediatamente por debajo de la misma. De esa manera, la infiltración de agua puede ser mantenida a lo largo de la lluvia. Por lo tanto, aumentando la cobertura del suelo se reducen la desagregación y movimiento del suelo por la salpicadura de la lluvia, el promedio de la velocidad y la capacidad de transporte del flujo superficial.

Así mismo, es conveniente el monitoreo del estado sanitario que guardan los ejemplares, esto con la finalidad de detectar de manera oportuna la presencia de plagas, así con mantener actualizada la situación fitosanitaria para facilitar una respuesta inmediata a los problemas que se presenten.

La actividad de monitoreo y limpieza de malezas se realiza como mínimo una vez por mes, durante los primeros tres años de la plantación.

✓ **Reposición de planta**

Se debe tener en cuenta que, en caso de mortandad de las plantas, lo cual se estima sea menor al 20%, deberán reponerse, con la finalidad de conservar la cantidad propuesta en

un inicio, esta actividad se recomienda por lo menos una vez al mes, durante los primeros 2 años posteriores a la plantación.

✓ **Mantenimiento de las obras de captación hídrica y de cajetes**

Es conveniente el mantenimiento periódico de las zanjas, para evitar su azolve, así como de los cajetes de las plantas para eliminar malezas que estén compitiendo por los nutrientes, este mantenimiento se recomienda por lo menos una vez al mes, durante los primeros dos años posteriores a la plantación.

✓ **Mejoramiento de hábitat para la fauna silvestre**

Es conveniente el mejoramiento de hábitat para atraer a la fauna silvestre y con ello favorecer la dispersión de semillas de algunas especies que requieren ser trasladadas por animales, desde las áreas circundantes con vegetación natural hasta los polígonos en proceso de restauración; así como para favorecer otros procesos tales como la descomposición de materia orgánica y su incorporación al suelo.

Este mejoramiento puede incluir, desarrollo de bebederos artificiales y creación de refugios, tales como rocas y troncos de árboles muertos.

De manera general, en base a datos de rendimientos y costos de actividades de mantenimiento usual, se estima un costo de \$5,863.98 por cada hectárea, lo que incluye la producción de la planta para replante con un costo por ha de \$770.00, su transporte de \$85.00/ha, su reforestación de \$902.50/ha, y el trabajo de deshierbe periódico de \$4,046.48/ ha.

VII.8.8. Costo estimado para las actividades de restauración por el cambio de uso de suelo propuesto

En las siguientes tablas se muestran los costos estimados para el desarrollo de la plantación considerando las actividades y conceptos antes descritos:

Tabla VII.21. Resumen de costos por actividades de restauración para un período de 20 años.

Etapa	Actividades	Costo por año	Costo por 20 años
Restauración del suelo y banco de semillas	Compra y adición de tierra de monte para 0.537413 ha	\$154,724,561.5	\$ 3,094,491,230.00
Proximidad y calidad de la vegetación natural circundante	Implementación de programas de conservación y protección de la vegetación en 13.8622 ha.	\$ 28,112.402	\$562,248.04
Selección de especies adaptadas a las condiciones de la zona a restaurar	El uso de especies locales	El costo se incluye en las actividades de reforestación	
Actividades de reforestación	Establecimiento de una plantación para guiar la sucesión vegetal en 0.537413 ha	\$9,868.671	\$197,373.42
Implementación de obras de captación hídrica	Construcción de Zanjas	\$4,448.264	\$ 88,965.28
Actividades de mantenimiento y monitoreo	Producción, transporte, reforestación y deshierbe	\$3,151.379	\$63,027.581
Totales		\$154,770,142.22	\$3,095,402,844.32

Se estimó el costo total por actividades de restauración ecológica de una superficie de 0.537413 hectáreas con vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, por un monto de **\$3,095,402,844.32 M.N.** para un periodo de 20 años.



CAPÍTULO VIII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES

Contenido

VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES	2
VIII.1. Introducción	2
VIII.2. Pronostico del escenario ambiental	3
VIII.2.1. Comparación de escenarios	14

Figuras

<i>Figura VIII.1. Escenario ambiental sin proyecto.</i>	14
<i>Figura VIII.2. Proyección de escenario ambiental con proyecto.</i>	15
<i>Figura VIII.3. Vista conceptual del edificio de cuartos y zona de albercas.</i>	16
<i>Figura VIII.4. Proyección de escenarios con los predios adyacentes.</i>	16

Tablas

<i>Tabla VIII.1. Evaluación de los tres escenarios para suelo.</i>	4
<i>Tabla VIII.2. Evaluación de los tres escenarios para geo formas.</i>	6
<i>Tabla VIII.3. Evaluación de los tres escenarios para hidrología subterránea.</i>	7
<i>Tabla VIII.4. Evaluación de los tres escenarios para atmósfera.</i>	8
<i>Tabla VIII.5. Evaluación de los tres escenarios para vegetación.</i>	10
<i>Tabla VIII.6. Evaluación de los tres escenarios para fauna.</i>	11
<i>Tabla VIII.7. Evaluación de los tres escenarios para geo formas.</i>	13

VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES

VIII.1. Introducción

El pronóstico ambiental permite obtener una imagen a futuro de las condiciones ambientales del polígono total del predio y del área aprovechable del proyecto, a fin de prever las afectaciones que tendrían los recursos naturales por el desarrollo del mismo.

Con la proyección de escenarios ambientales, es posible indicar lo que puede suceder, como consecuencia de la implementación o ejecución de una obra, es decir son premisas o suposiciones básicas en que se basan en la planeación y la toma de decisiones.

Los pronósticos ambientales del proyecto, se desarrollaron a partir de la proyección de escenarios; un escenario no es una predicción de un hecho específico, sino una descripción de lo que puede ocurrir por la influencia de varios factores. Los escenarios describen eventos y tendencias y cómo ellas pueden evolucionar en tiempo y espacio.

Por la naturaleza de la obra dentro del sector turístico, el desarrollo de los escenarios ambientales permitirá prever las posibles afectaciones que se tendrían sobre los recursos naturales, “con” y “sin” la implementación del proyecto.

Asimismo dicho escenarios permiten visualizar, si las medidas preventivas, de mitigación y/o de compensación consideradas dentro del desarrollo del proyecto, son eficaces en la disminución y/o prevención y/o compensación de los impactos ambientales generados.

Para la elaboración de los escenarios ambientales, se consideró en primera instancia la información base incluida en el capítulo IV de la presente DTU, misma que describió las características principales de los recursos naturales donde se pretende desarrollar el proyecto y en el SAR.

En la proyección de los escenarios ambientales involucra un conjunto de procedimientos y herramientas que guardan relación con las estrategias ambientales que se han definido como medidas de prevención, mitigación o en su caso de compensación.

VIII.2. Pronostico del escenario ambiental

El proceso de ocupación de cualquier espacio nos habla de las transformaciones ambientales a lo largo del tiempo, por lo cual es necesario retomar los procesos de cambio más importantes a nivel regional que nos ayuden a describir los pronósticos tendenciales derivados de un análisis de extrapolación de las principales problemáticas.

Las actuales condiciones de conservación y/o deterioro del SAR (área de estudio) están definidos por un contexto más amplio y que responde a una condición política y económica influenciada por las ciudades fronterizas. Es por ello que el presente análisis de las tendencias de cambio y los pronósticos ambientales, parten desde un contexto histórico de apropiación, así como de los instrumentos actualmente vigentes en materia de planeación urbana y ambiental.

En este apartado se describen las afectaciones a las cuales pueden ser susceptibles los componentes ambientales (suelo, atmósfera, vegetación, fauna y paisaje) en base a tres posibles escenarios:

- Línea base (situación actual del área de estudio y Sistema Ambiental Regional).
- Escenario con Proyecto sin medidas de mitigación.
- Escenario con Proyecto con medidas de mitigación.

Tabla VIII.1. Evaluación de los tres escenarios para suelo.

SUELO		
LÍNEA BASE	SAR con PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	SAR con PROYECTO CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN
<p>La pérdida de suelo, a través del proceso de degradación de la tierra como lo son erosión por viento, agua o la intervención del hombre es uno de los problemas ambientales más serios que estamos encarando.</p> <p>Cabe destacar que actualmente, dentro del SAR se llevan a cabo actividades humanas que han propiciado la pérdida del suelo (hoteles), principalmente a causa del cambio de uso de suelo de zonas con vegetación a zonas urbanas turísticas, por lo que los espacios con suelo van reduciéndose cada vez más.</p>	<p>El cambio de uso de suelo propuesto que conlleva el desmonte de vegetación natural, sin embargo dada la topografía del terreno y el tamaño del área a desmontar no implicará riesgo de erosión.</p> <p>Tampoco implica riesgos significativos de erosión eólica, pues la exposición de suelos será temporal y las áreas desmontadas serán posteriormente ocupadas por las obras.</p>	<p>La compensación ambiental por Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales, se dará con las estrategias establecidas en el Programa de Conservación y Protección de Suelos, ya que tiene como uno de los objetivos principales llevar estrategias para evitar la erosión del suelo, así como la ocurrencia de eventos de contaminación de suelos, en todas las etapas del proyecto.</p>
<p>En el tema de la calidad de suelo, es un tema crucial en el manejo adecuado de los residuos tanto sólidos como líquidos. Derivado de las actividades antropogénicas el inadecuado manejo para la disposición final de los residuos propicia la alteración de la calidad del suelo, dicho de otra</p>	<p>El proyecto implicará riesgos de contaminación al suelo con sustancias tóxicas u otros tipos de residuos como son los residuos urbanos. En la ejecución del proyecto, la calidad de suelo se podrá ver afectada por la contaminación que derive de un inadecuado manejo de residuos, así como de fugas y/o</p>	<p>Se ha planteado en los capítulos que anteceden a éste, que la alteración de la calidad del suelo será mitigada en primer instancia debido a las estrategias establecidas en el Programa de Manejo Integral de Residuos, como es la identificación, separación de residuos, así como el envasado y</p>

SUELO		
LÍNEA BASE	SAR con PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	SAR con PROYECTO CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN
<p>manera, el manejo de residuos es factor crucial para la contaminación del suelo. En particular el sitio donde pretende desarrollarse el proyecto no presenta alteración de la calidad de suelo.</p>	<p>compactación por el desplante de instalaciones, nivelación y tránsito de vehículos, principalmente en la etapa de preparación del sitio.</p>	<p>almacenamientos temporal, para su posterior tratamiento y/o disposición final adecuado de los mismos, entre otras estrategias como prevenir y minimizar la generación de residuos, son la máxima prioridad para el desarrollo del proyecto. La reutilización o reciclaje de los residuos es la segunda prioridad.</p>

Tabla VIII.2. Evaluación de los tres escenarios para geo formas.

GEOFORMAS		
LÍNEA BASE	SAR con PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	SAR con PROYECTO CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN
<p>En el tema de relieve, considerando el SAR, área de estudio y el polígono del proyecto presentan un relieve sensiblemente plano, con una leve inclinación no mayor de 0.01% y pendiente de dirección oeste a este, hacia el mar Caribe, además con algunas colinas de tamaño pequeño y numerosas hondonadas; la altura media es de 10 msnm.</p> <p>Las topoformas que se presentan en el SAR, área de estudio y el polígono del proyecto, son la llanura y la playa o barra.</p> <p>Dadas estas características de pendiente el polígono del proyecto tienen un rango de 0% – 1% con un declive hacia el litoral costero, lo que hace a esta zona casi plana por lo que es idónea para la construcción, debido a que no se requieren nivelaciones, sin embargo las actividades agropecuarias se dificultan por la falta de drenaje natural del agua de lluvia.</p>	<p>Para el desarrollo del proyecto, se requiere en las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, se realizará excavaciones en el relieve para construir el proyecto, para ello se causará afectación al afloramiento rocoso, por lo tanto los escenarios ambientales se ven completamente modificados para este componente ambiental.</p> <p>Como se indica en el Capítulo IV, la presencia del afloramiento rocoso como una unidad geomorfológica es importante porque da protección y resguardo al ecosistema de la laguna Caleta ante fenómenos naturales, sin embargo este impacto se ocasionará solo para la conformación del nivel para las áreas abiertas (aproximadamente 1 m) en la etapa de preparación del sitio.</p>	<p>En particular por la naturaleza de la obra y la edificación que pretende llevarse a cabo, presentará cambios o afectaciones que se han evaluado como irreversibles y permanentes, aunque mínimos, por lo tanto los escenarios ambientales son modificados y no hay medidas específicas que puedan compensar o mitiguen dichos cambios.</p>

Tabla VIII.3. Evaluación de los tres escenarios para hidrología subterránea.

HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA		
LÍNEA BASE	SAR con PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	SAR con PROYECTO CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN
<p>En los capítulos que anteceden se describió que la zona del proyecto presenta un acuífero regional que no tiene conexión con el agua que se acumula en la superficies, esto es debido a la presencia de una capa de caliza arrecifal que impide la infiltración o su recarga, además de la presencia de una capa de calcarenita de baja permeabilidad. Sin embargo si existe un acuífero local que se encuentra “encapsulado” (acuitardo colgado semilibre) y no tiene conexión con el acuífero regional y la presencia de agua dulce proveniente de la infiltración del agua pluvial.</p> <p>Ahora bien, en cuento a el tipo de suelo que se presenta en el predio corresponde a suelos de tipo Arenosol y solonchak, y aunado con el tipo de roca kárstica, se representa una alta capacidad de infiltración por ser de textura gruesa.</p>	<p>Durante la ejecución del proyecto en sus diferentes etapas del proyecto habrá generación de residuos, por lo que ante un inadecuado manejo de los mismos, particularmente por residuos líquidos, podría desencadenar infiltración al suelo y por ende contaminación del agua subterránea.</p>	<p>En el desarrollo del proyecto se pretende la implementación del Programa de Manejo Integral de Residuos, con objeto de evitar contaminación de agua y suelo por la inadecuada disposición de residuos tanto sólidos como líquidos, para ello se contemplan estrategias como:</p> <p>Se verificará que ningún trabajador vierta o lave material en el mar, y directamente en el suelo.</p> <p>Se cuidará que los equipos con motor de combustión estén en buen estado y se estacionen en un área alejada del mar y que sea impermeable (con piso o lona plástica) para prevenir derrames accidentales de hidrocarburos.</p>

Tabla VIII.4. Evaluación de los tres escenarios para atmósfera.

ATMÓSFERA		
LÍNEA BASE	SAR con PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	SAR con PROYECTO CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN
<p>El confort sonoro en el sitio del proyecto se considera de buena calidad es decir, el nivel sonoro que prevalece en el sitio no perturba la salud humana. Por tratarse de una zona rural el nivel de ruido se encuentra por debajo de los niveles legales que potencialmente causan daños a la salud, en adición resulta ser un ambiente sonoro comfortable y hasta un cierto punto agradable.</p> <p>El predio del proyecto se localiza sobre áreas de vegetación natural. Por lo que los principales ruidos que se generan “in situ”, son los derivados del tránsito de vehículos en la carretera.</p>	<p>Durante el desarrollo del proyecto en su etapa constructiva se ha considerado que habrá un aumento en el nivel sonoro (ruido atmosférico), alterando así el confort sonoro, por el uso de maquinaria y equipo para la construcción. Será solo en esta etapa donde se generará un incremento en decibeles, afectando el confort sonoro en los puntos específicos donde se encuentren, ya que en la operación del proyecto, no habrá generación de ruido.</p>	<p>Como parte de las medidas específicas para el control de ruido, se contempla:</p> <p>Durante la construcción del proyecto se deberá realizar un frecuente y adecuado mantenimiento a los equipos y maquinaria utilizada, de tal forma que el buen funcionamiento de éstos no genere emisiones de ruido fuera de los límites máximos permisibles.</p> <p>Se realizarán monitoreos periódicos de ruido perimetral y se dará seguimiento a los niveles reportados mediante una bitácora que contenga al menos la fecha del monitoreo, hora del monitoreo y nivel de decibeles reportado.</p>

ATMÓSFERA		
LÍNEA BASE	SAR con PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	SAR con PROYECTO CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN
<p>La calidad atmosférica del sitio del proyecto o zona de estudio se considera buena, ya que la presencia de contaminantes gaseosos es mínima en virtud, de que es una zona donde se desarrollan actividades antropogénicas debido a la actividades turísticas y urbanas.</p>	<p>La calidad atmosférica se podrá ver afectada por la emisión de gases y polvos debido a la utilización de maquinaria y equipo para la preparación, construcción del proyecto. Sin embargo será solo de manera temporal es decir, el tiempo necesario para la ejecución de las dos primeras etapas (preparación del sitio y construcción del proyecto). Por lo que, el escenario ambiental en términos de la calidad ambiental atmosférica, solo se verá afectada de manera temporal y no significativa.</p>	<p>De manera relevante se mencionan algunas medidas específicas de control de emisiones a la atmósfera.</p> <p>Control de las verificaciones y ajustes de maquinaria y vehículos utilizados, con el objetivo de garantizar una generación mínima de emisiones a la atmósfera derivadas del funcionamiento de fuentes móviles.</p> <p>El transporte de los materiales a utilizar deberá realizarse preferentemente en camiones cubiertos con lonas y con el material humedecido para evitar su dispersión al aire.</p>

Tabla VIII.5. Evaluación de los tres escenarios para vegetación.

VEGETACIÓN		
LÍNEA BASE	SAR con PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	SAR con PROYECTO CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN
<p>En el sitio del proyecto predomina la vegetación secundaria de selva baja subperennifolia.</p> <p>De acuerdo al muestreo realizado en la superficie del polígono del proyecto, se obtuvo que el 85.40% de su superficie corresponde a Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia, seguido de 13.14% de superficie sin vegetación, y 1.46% de superficie de infraestructura.</p>	<p>En las actividades de desmonte y despalme se genera la pérdida de cobertura vegetal para la posterior construcción del proyecto éste es uno de los mayores impactos asociados hacia la vegetación.</p> <p>La vegetación presente en el área del proyecto, que será afectada corresponde a la vegetación secundaria de selva baja subperennifolia.</p> <p>Los escenarios ambientales en el componente ambiental de la flora presente en el sitio del proyecto son los que se ven mayormente modificados por la ejecución del proyecto.</p>	<p>El Programa de protección y reubicación de flora contempla acciones de rescate y reubicación, así como acciones de reforestación y conservación de especies vegetativas, la cual permitirá que los impactos ambientales sean atenuados en el componente ambiental de flora.</p> <p>Dentro de las estrategias consideradas, se tienen las siguientes actividades:</p> <p>Identificación, selección y marcaje de plantas a rescatarse. Técnicas propuestas para el rescate y reubicación. Selección y habilitación del área de resguardo temporal de vegetación. Selección de las especies para la reubicación. Selección de sitios para la reubicación.</p> <p>Todas las actividades antes señaladas engloban la manera de como atenuar los impactos ambientales, ya que todas ellas están orientadas a la protección de flora.</p>

Tabla VIII.6. Evaluación de los tres escenarios para fauna.

FAUNA		
LÍNEA BASE	SAR con PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	SAR con PROYECTO CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN
<p>Derivado de los muestreos en campo, se registraron 3 especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 correspondientes a las clases Reptilia y Mammalia. En el polígono del proyecto se registraron las especies de reptiles <i>Ctenosaura similis</i> y <i>Leptophis mexicanus</i>, las cuales de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, se encuentran en el estatus de Amenazadas (A). Mientras que en el SAR y en el área de estudio se registró la especie <i>Ctenosaura similis</i> y al mamífero <i>Bassariscus sumichrasti</i>, el cual está catalogado bajo Protección especial (Pr).</p> <p>Los registros de especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro polígono del proyecto, corresponden a un manchón de vegetación secundaria arbórea de selva baja subperenifolia aislado y en la zona de playa.</p>	<p>Como consecuencia de las actividades de desmonte y despalme se da el ayuntamiento de fauna de manera natural debido al ruido ocasionado por la maquinaria, así como aquel ocasionado por el personal operativo durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto. Esto favorece en el sentido de que la fauna presente en el predio buscará de manera natural refugiarse en las zonas aledañas con vegetación y características ambientales similares.</p>	<p>Se llevará a cabo un Programa de Manejo Integral de fauna, en que se incluyan acciones de protección y conservación de especies como es el rescate (con técnicas de captura y manipulación) y reubicación de individuos (selección de sitios mediante criterios establecidos) (Ver Capítulo VII), toda vez que tiene como objetivo principal proteger a la fauna, especialmente las que se encuentren en algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como a especies que estén restringidas en cuanto a su distribución, abundancia y/o por sus características de baja movilidad.</p>

FAUNA		
LÍNEA BASE	SAR con PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	SAR con PROYECTO CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN
<p>El área de estudio se encuentra en una zona urbana turística, impactada por actividades humanas, principalmente por infraestructura de transporte y servicios, por ende el hábitat se encuentra modificado. Cabe destacar que el sitio del proyecto cobra relevancia ambiental como hábitat para algunas especies faunísticas, la evidencia es tal que, por un lado presenta especies protegidas por la NOM-022-SEMARNAT-2010 y por otro lado se ubica a una distancia menor a 100 m de zonas de manglar, que de acuerdo a la NOM-022-SEMARNAT-2003, resulta un ecosistema de relevancia ambiental y el predio donde pretende desarrollar el proyecto podría guardar relación alguna en torno al desplazamiento y alojamiento temporal de especies faunísticas que puedan encontrarse en ecosistemas como son los manglares.</p>	<p>Si bien es cierto que las actividades de desmonte y despalme, que conlleva la remoción total de vegetación, ésta es inherentemente a la afectación del hábitat lo que representa un impacto ambiental.</p> <p>El cambio de uso de suelo modifica la distribución y abundancia de las especies de flora y con ello la estructura de la vegetación, por lo tanto se tiene como consecuencia una afectación en la oferta del alimento y resguardo, lo que representa la afectación al hábitat, así mismo se desprovee de las condiciones ambientales que la fauna silvestre necesita.</p>	<p>Las estrategias ambientales propuestas en el Programa de protección y reubicación de flora, así como el Programa de protección y reubicación de fauna contribuyen a buscar un mejor hábitat para las especies de flora y fauna, toda vez que los escenarios ambientales para este componente son modificados, por ende estas medidas atenúan el impacto ambiental asociado al hábitat de especies silvestres.</p>

Tabla VIII.7. Evaluación de los tres escenarios para geo formas.

PAISAJE		
LÍNEA BASE	SAR con PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	SAR con PROYECTO CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN
<p>Las características físicas del paisaje pueden ser identificadas por sus atributos visuales. El paisaje puede definirse como la percepción que se posee de un sistema ambiental. Es, por lo tanto, el área en el que conviven los rasgos naturales así como los influenciados por el hombre y que da lugar a una percepción visual y mental tanto individual como colectiva del conjunto de ese espacio.</p> <p>En el capítulo IV, se indicó que en el SAR, así como en el área de estudio se presenta urbanizado, caracterizándose por ser un paisaje de tipo turístico-costero, con formas lineales y texturas duras representativos de las obras turísticas como hoteles y áreas recreativas, y las cuales se presentan como un macizo con alturas menores a 20 m.</p>	<p>El espacio que puede apreciarse desde el sitio del proyecto es muy limitado, por ser un sitio plano, rodeado por construcciones turísticas y áreas ajardinadas. La principal área abierta es la zona marina, donde se puede observar al Mar Caribe. La calidad visual del entorno inmediato y del fondo visual es pobre, sin accidentes, variaciones o elementos singulares que atraigan la atención.</p> <p>La fragilidad del paisaje es baja, dado el grado de ocupación con construcciones de estilos diversos, lo cual está considerado en el PDU en su capítulo Séptimo, que permite una altura de las construcciones de hasta 10 niveles en el sitio del proyecto y de hasta 20 niveles en el polígono contiguo por el oeste. Por sus dimensiones y localización, el proyecto no incidirá significativamente en el paisaje del sitio</p>	<p>Por la naturaleza del proyecto, el impacto ambiental en el paisaje, se ve atenuado cuando se consideran áreas verdes o ajardinadas dentro del predio, esto favorece a construcciones con niveles de edificación.</p> <p>En particular el Programa de protección y reubicación de flora, contempla acciones de rescate y reubicación de especies en las áreas ajardinadas del proyecto. Así como la conservación de las especies que midan más de 1.5 metros que se encuentren dentro de las áreas ajardinadas, minimizando el impacto visual del proyecto.</p> <p>Sin embargo este se considera un impacto ambiental residual sin medidas adicionales que aplicar.</p>

VIII.2.1. Comparación de escenarios

En el apartado anterior se analizaron los escenarios ambientales por cada componente que se pretende modificar, ahora en esta sección se procede a la proyección de los escenarios ambientales de manera integral, con y sin proyecto.

Escenarios ambientales sin proyecto con diversidad de ecosistemas en el sitio de estudio.

El escenario ambiental que prevalece actualmente en el área de estudio corresponde a una zona urbana turística, por lo que han sido modificados los recursos naturales, por actividades antropogénicas.

El predio donde se pretende el desarrollo de infraestructura se caracteriza por la presencia de Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia rodeada de infraestructura de servicios y turística, con una calidad ambiental baja, por ende una escasa presencia de fauna.



Figura VIII.1. Escenario ambiental sin proyecto.

Este escenario ambiental dentro del predio, no se observa una tendencia de deterioro de la cobertura natural, la cual se encuentra limpia, sin residuos o indicios de vertidos al suelo, sin daños en la vegetación o huellas de extracción de recursos, situación que obedece al tratamiento que se da al sitio por la administración del Hotel Club Med.

La calidad actual o disponibilidad del hábitat natural para las especies silvestres ha sido modificada al paso de los años, debido al desarrollo de actividades antropogénicas, sus parámetros ecológicos como riqueza, diversidad o productividad, también han sido modificados por tratarse de un sitio confinado en una matriz urbana turística, sin interacción significativa con otros sistemas naturales circundantes.

Escenarios ambientales con proyecto

El desarrollo del proyecto implica en el corto plazo un deterioro del hábitat por el retiro de cobertura natural, lo cual dejará temporalmente áreas desnudas y presencia de equipo y trabajadores y equipo en el sitio.

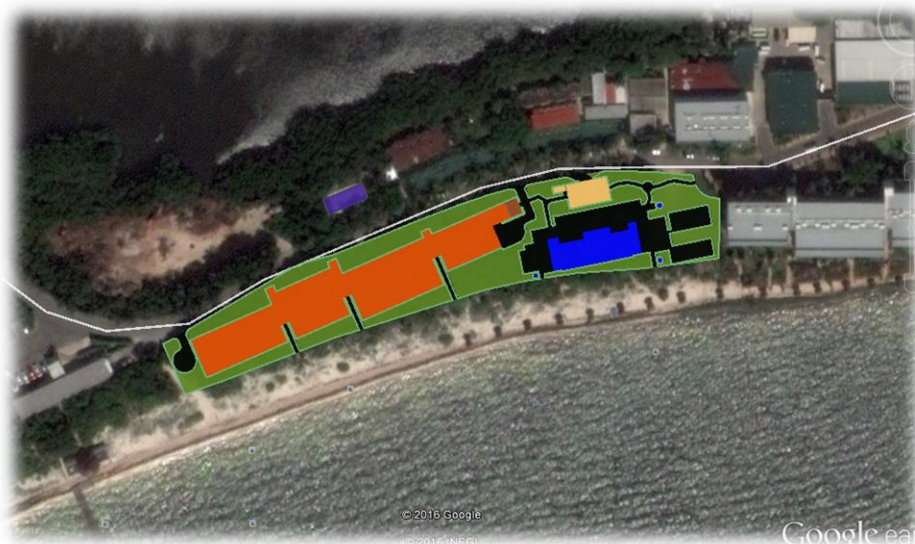


Figura VIII.2. Proyección de escenario ambiental con proyecto.

En el mediano largo plazo el escenario será muy similar al actual, salvo que una superficie total de desplante, donde antes había vegetación secundaria estará ocupada por el edificio de cuartos y parte de las obras abiertas, y se mantendrá superficie libre de vegetación forestal en el extremo sur del predio, esto atenúa el impacto visual del proyecto como se ilustra a continuación.



Figura VIII.3. Vista conceptual del edificio de cuartos y zona de albercas.

Visualmente, el área del proyecto estará bien integrada al entorno, como parte de la Zona Hotelera de Cancún.



Figura VIII.4. Proyección de escenarios con los predios adyacentes.

Fuente: <https://www.agoda.com/be-live-experience-hamaca-garden-all-inclusive/hotel/boca-chica-do.html>

Una vez establecido el proyecto, los valores cualitativos asignados en el diagnóstico ambiental se mantendrán sin cambios en ningún de los rubros considerados. El proyecto es una obra de bajo impacto ambiental en virtud de su ubicación en la Zona Hotelera de Cancún, la cual es una zona modificada por actividades antropogénicas, por ende el desarrollo del proyecto no implicará alteraciones de procesos naturales o riesgos para componentes críticos o excepcionales del sistema ambiental regional, ni contraviene la normatividad ambiental.