

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
AMBIENTAL



CARREÓN & FERRER Y ASOCIADOS S.A. DE C.V.

SCT
SECRETARÍA DE
COMUNICACIONES
Y TRANSPORTES



MODERNIZACIÓN DEL CAMINO MONTE OLIVO - VENUSTIANO CARRANZA, TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 12+000, CON UNA META DE 12.0 KM, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.



NÚM. DE CONTRATO: 2015-33-CF-A-232-Y-00-2015

CAPITULO I

DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

I.1. Datos generales del proyecto

I.1.1. Clave del proyecto (para ser llenado por la Secretaría)

--

I.1.2. Nombre del proyecto

Modernización del Camino Monte Olivo - Venustiano Carranza, Tramo del km 0+000 al km 12+000, con una meta de 12.0 km, en el Estado de Quintana Roo.

I.1.3. Datos del sector y tipo de proyecto

I.1.3.1 Sector.

El proyecto se lleva a cabo dentro del Sector Vías Generales de Comunicación, este proyecto es promovido por la Dirección General Adjunta de Caminos Rurales y Alimentadores de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes.

I.1.3.2 Subsector.

Infraestructura carretera

I.1.3.3 Tipo de proyecto.

Se pretende la modernización (a través de actividades de ampliación y rectificación de 7.83 Km) así como el mejoramiento de 4.17 Km del camino Monte Olivo-Venustiano Carranza, el cual tiene una longitud en conjunto de 12.00 Km; sin embargo y de acuerdo a lo establecido en el Plan de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Bala'an K'aax el proyecto solo podrá ser modernizado del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000 (con una longitud total de 7.83 Km), debido a que el trazo proyectado incide sobre la Subzona de Preservación de la ANP. En concordancia con lo establecido en el programa de manejo, la sección que corresponde del Km 3+040 al Km 7+211 (equivalente a 4.17 Km) solo se realizarán actividades de mejoramiento y mantenimiento del camino existente (el PM de la ANP establece que se pueden realizar el mejoramiento y mantenimiento de los caminos existentes siempre y cuando estos no se amplíen y no requieran de Cambio de Uso de Suelo); de esta forma, las actividades de mejoramiento del camino en la sección descrita consistirán en la limpieza del camino actual y el tendido de la carpeta, así como la instalación de obras de drenaje que permitan el correcto funcionamiento del camino actual.

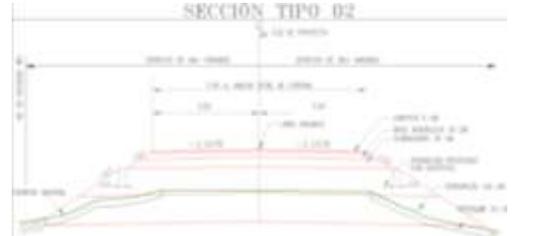


Figura I.1. Ubicación del trazo respecto a la Subzona de Preservación de la APFyF Bala'an K'aax. En verde se indica la terracería actual, misma que será sujeta a mejoramiento (del Km 3+040 al Km 7+211) de acuerdo a los lineamientos establecidos en el Programa de Manejo de la ANP.

Geopolíticamente la ejecución de las actividades de modernización y mejoramiento del camino se realizarán en dos municipios del Estado de Quintana Roo; siendo el municipio de Bacalar el que mayor superficie ocupara del trazo (59.83% del Km 0+000 al Km 7+180); el segundo municipio por el que cruzara el proyecto es José María Morelos, con el 40.17% de la longitud proyectada (del Km 7+180 al Km 12+000). La modernización y el mantenimiento de esta terracería, coadyuvará a eficientizar los traslados de más de 1,600 personas, mismas que se distribuyen en las comunidades contiguas al proyecto. La modernización involucra la adecuación de un camino existente (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000), el cual contará con las especificaciones técnicas de un camino "Tipo C", con un ancho de calzada de 7.00 m, misma que tendrá dos carriles de circulación de 3.50 m cada uno. Para este tipo de carreteras no se proyecta la instalación de acotamientos, sin embargo se considera la adecuación de obras de drenaje mismas que funcionaran como paso de fauna. En lo que respecta a la sección presente del Km 3+040 al Km 7+211, solo se realizarán actividades de mejoramiento a través de la limpieza (chapeo, despalme) y tendido de la carpeta asfáltica, misma que ocupará el ancho de la terracería actual. En esta sección se colocaran como parte del mejoramiento del camino 15 obras de drenaje así como señalamiento.

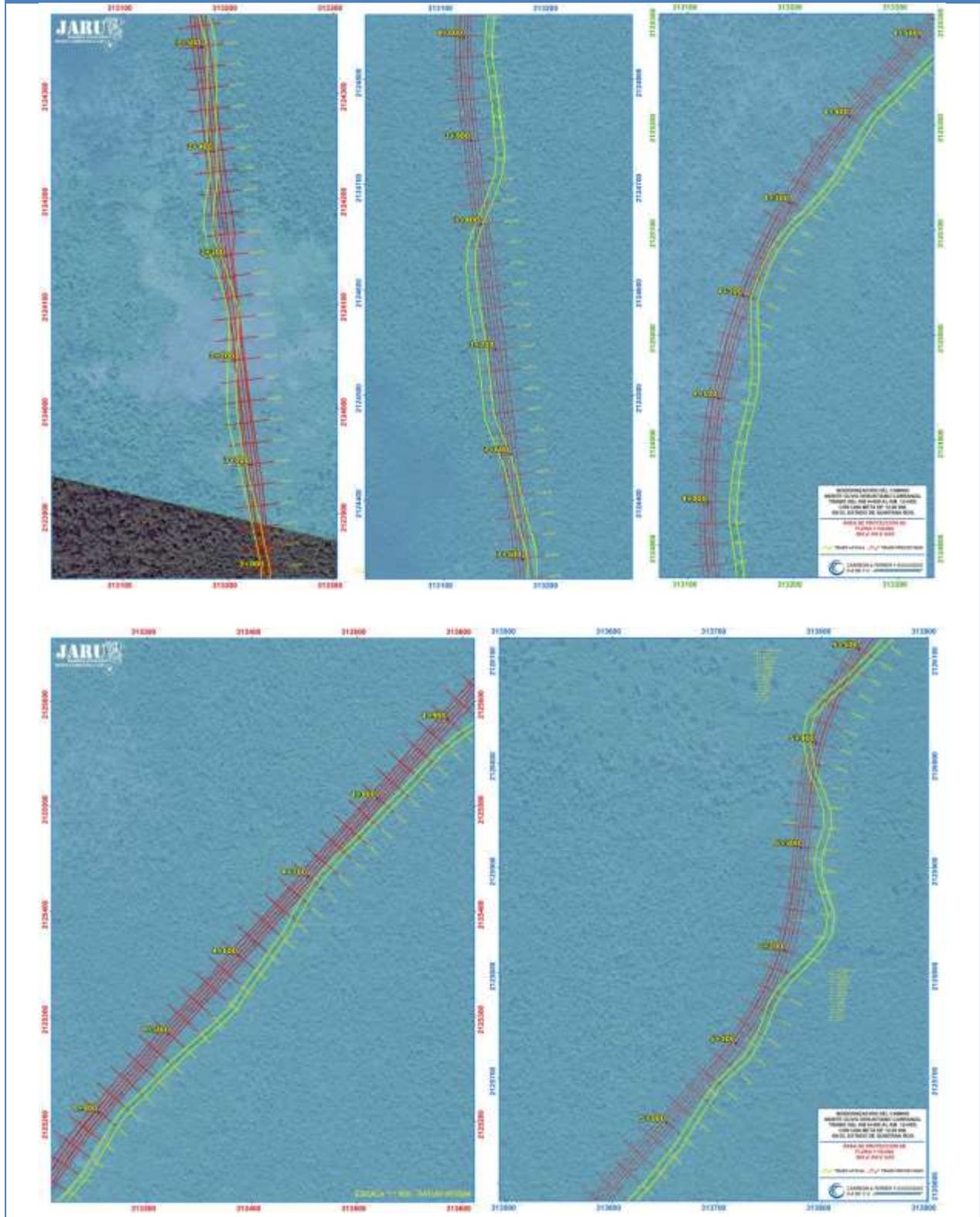
De acuerdo al proyecto geométrico la modernización de esta terracería presentará tres secciones tipo; mismas que están adecuadas a las condiciones del terreno; es decir el 31.58% de la superficie del trazo se ubica en zonas no inundables y el 64.66% restante en zonas catalogadas como de inundación.

Tabla I.1. Secciones del proyecto de acuerdo a las características topográficas del sitio por donde cruzara.

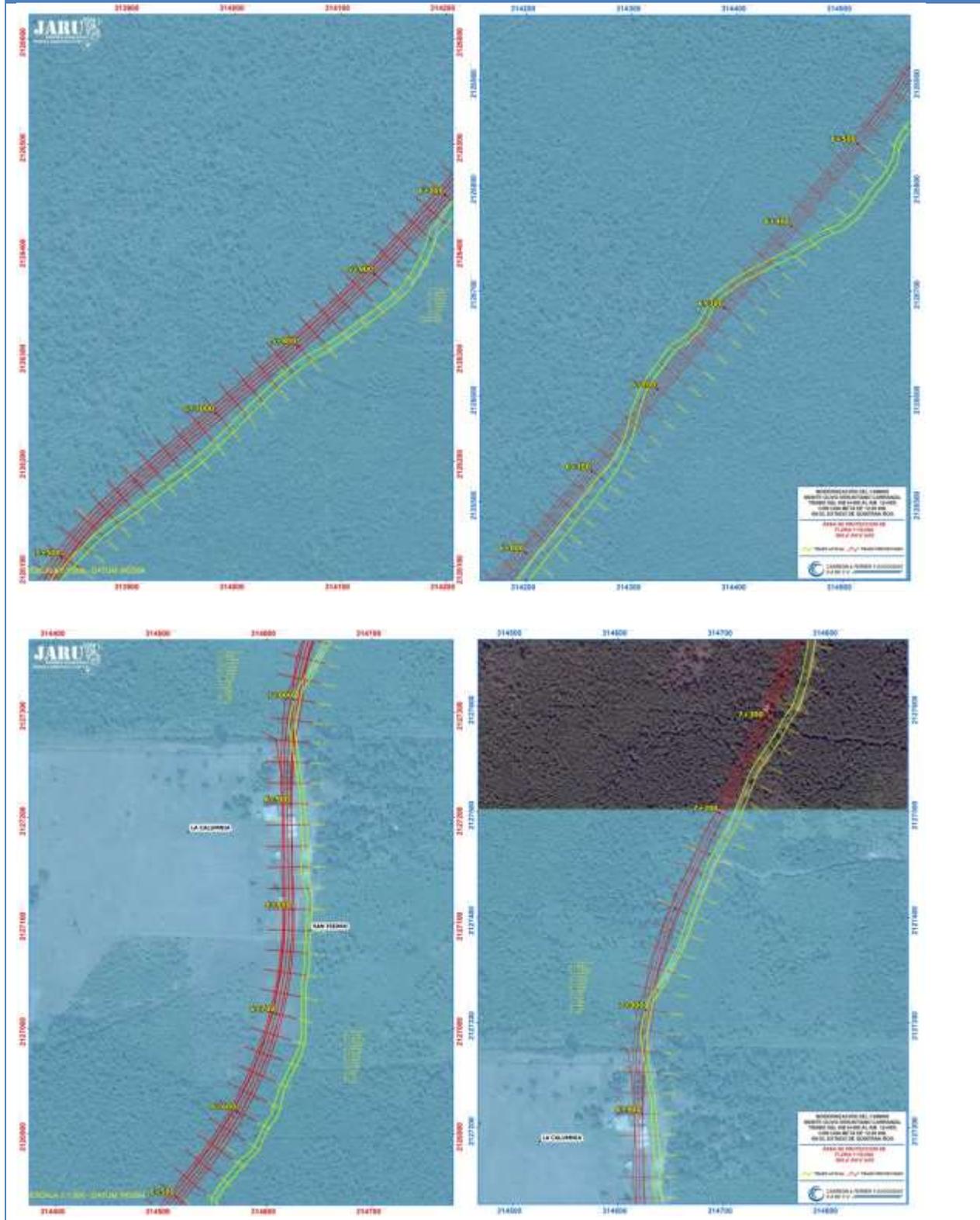
Sección Tipo 1	Sección Tipo 2
<p>La sección tipo y estructural de la carretera ubicada en áreas NO inundables, estará integrada por un despalme de 20 cm, una capa subrasante de 30 cm, una base Hidráulica con un espesor de 20 cm, y una Carpeta Asfáltica de 5 cm.</p> <p>Esta sección en ubica entre los Km 0+000 al Km 1+900; del Km 7+211 al Km 7+500; del Km 9+500 al Km 10+700 y del Km 11+660 al Km 12+000. Como resultado tenemos que la longitud que tendrá esta sección será de 4.24 Km lo que corresponde al 35.33% del trazo.</p>	<p>La sección tipo y estructural de la carretera en áreas inundables, estará integrada por un despalme de 20 cm, mejoramiento del terreno natural de 100 cm, terraplén variable de acuerdo al proyecto, cubriendo esta capa con un geotextil, una capa subrasante de 30 cm, una base Hidráulica con un espesor de 20 cm, y una carpeta asfáltica de 5 cm. Este tipo de sección será instalada en los Km 1+900 al Km 3+040, del Km 7+500 al Km 9+500 y del Km 10+700 al Km 11+660. De acuerdo a lo anterior la longitud total que tendrá esta sección será de 7.76 Km, lo que corresponde al 64.66% del total del trazo.</p>
	

Sección Tipo 3
<p>Esta sección corresponde a la terracería presente entre el Km 3+040 al Km 7+211, lo que representa el 34.75% de la longitud del trazo. De acuerdo al Plan de Manejo de del Área de Protección de Flora y Fauna Bala'an K'aax se PROHIBE la ejecución de ampliaciones para la construcción de caminos así como el cambio de uso de suelo, sin embargo <u>dicho plan permite el mejoramiento de los caminos existentes dentro de la ANP</u>; por lo anterior estos 4.17 Km del proyecto (que corresponden a longitud del trazo sobre la Subzona de Preservación) NO requerirá el aprovechamiento forestal maderable y no maderable, tampoco la cacería, el cambio de uso de suelo, la apertura de nuevos senderos, el uso de fuego, modificar las condiciones naturales de los acuíferos, cauces naturales de corriente, riberas y cuerpos de agua, la utilización de herbicidas y plaguicidas, verter o descargar contaminantes, desechos o cualquier tipo de material nocivo en el suelo, subsuelo y en cualquier clase de cauce, vaso o acuífero. Por su parte, el <u>mejoramiento del camino actual</u> reducirán los impactos de erosión eólica y erosión hídrica presente en esta sección de la terracería, por lo que se realizara la instalación de las obras de drenaje en los Km 3+325; Km 3+570; Km 3+825, 4+075, 4+325, 4+575, 4+825, Km 5+075, Km 5+325, Km 5+575, Km 5+825, Km 6+075, Km 6+325, Km 6+575 y en el Km 6+995 esto con la finalidad de evitar las afectaciones a los escurrimientos actuales durante los trabajos de mejoramiento, adicionalmente al funcionamiento hidrológico que tendrán dichas obras sobre el camino mejorado, su adecuación permitira que funcionen como pasos de fauna, por lo que no se verán interrumpidas las rutas de desplazamiento de las especies al interior de la ANP. Debido a que esta sección del camino no contara con las especificaciones técnicas de un camino "Tipo C" (lo que limitara la velocidad del recorrido) se instalaran a lo largo de los 4.11 Km señalamiento que indique la presencia de fauna silvestre. En las siguientes figuras se indica la propuesta del proyecto geométrico y la sección correspondiente al camino actual (verde), mismo que sera mejorado de acuerdo a lo establecido en el programa de Manejo de la ANP.</p>

Seccion Tipo 3



Seccion Tipo 3



I.1.4. Tipo de estudio y su modalidad

Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional.

I.1.5. Ubicación del proyecto

El proyecto de modernización y mantenimiento del camino Monte Olivo – Venustiano Carranza se ubica a 86.82 Km al Noroeste de la de la ciudad de Chetumal. Como se indicó en líneas anteriores el trazo se ubica entre dos municipios del estado (59.83% en Bacalar y 40.17% en el municipio de José María Morelos) por lo que se prevé que los trabajos de modernización beneficiaran a más de 4,000 habitantes pertenecientes a 15 pequeñas comunidades.

I.1.5.1. Entidad Federativa.

Estado de Quintana Roo.

I.1.5.2. Municipio(s) o delegación(es)

El 59.83% del trazo (del Km 0+000 al Km 7+180) se ubica en el municipio de Bacalar, el 40.17% restante (del Km 7+180 al Km 12+000) se ubica dentro del municipio de José María Morelos.

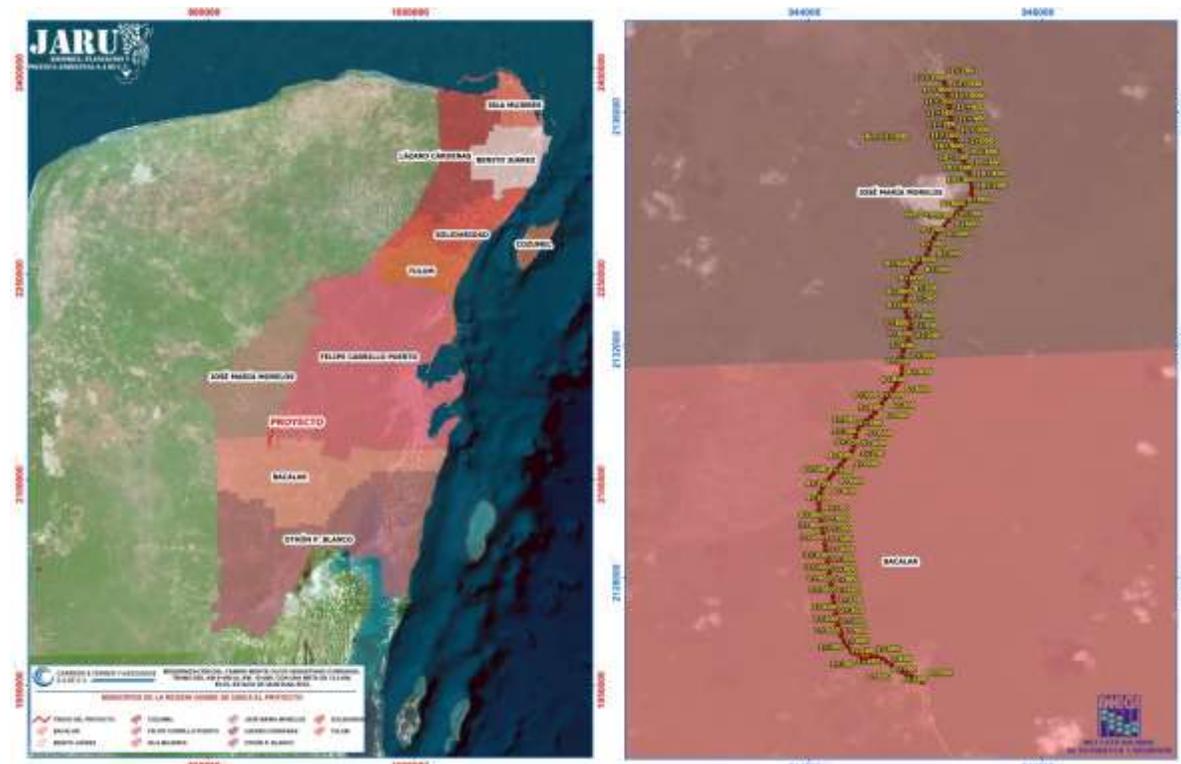


Figura I.2. Macro y Microlocalización del proyecto respecto a los límites municipales.

I.1.5.3. Coordenadas UTM del proyecto (Datum WGS84, Cuadrícula 15Q y Geográficas)

En la siguiente tabla se presenta el cadenamamiento cada 100 m del proyecto, a esta se asocia la coordenada UTM.

Tabla I.2. Ubicación del eje principal del Proyecto, se indica cadenamamiento cada 100 m.

Cota	UTM	Geográficas
0+000	16 Q 314787 2121737	N19 10 49.9 W88 45 41.2
0+100	16 Q 314703 2121790	N19 10 51.6 W88 45 44.1
0+200	16 Q 314613 2121835	N19 10 53.0 W88 45 47.2
0+300	16 Q 314525 2121882	N19 10 54.5 W88 45 50.2
0+400	16 Q 314435 2121925	N19 10 55.9 W88 45 53.3
0+500	16 Q 314348 2121974	N19 10 57.4 W88 45 56.3
0+600	16 Q 314271 2122038	N19 10 59.5 W88 45 58.9
0+700	16 Q 314193 2122101	N19 11 01.5 W88 46 01.6
0+800	16 Q 314114 2122162	N19 11 03.5 W88 46 04.3
0+900	16 Q 314021 2122192	N19 11 04.4 W88 46 07.5
1+000	16 Q 313922 2122185	N19 11 04.1 W88 46 10.9
1+100	16 Q 313827 2122156	N19 11 03.2 W88 46 14.2
1+200	16 Q 313733 2122179	N19 11 03.9 W88 46 17.4
1+300	16 Q 313624 2122267	N19 11 06.7 W88 46 21.2
1+400	16 Q 313583 2122310	N19 11 08.1 W88 46 22.6
1+500	16 Q 313528 2122393	N19 11 10.8 W88 46 24.5
1+600	16 Q 313476 2122480	N19 11 13.6 W88 46 26.3
1+700	16 Q 313425 2122565	N19 11 16.3 W88 46 28.1
1+800	16 Q 313388 2122658	N19 11 19.3 W88 46 29.4
1+900	16 Q 313369 2122755	N19 11 22.5 W88 46 30.1
2+000	16 Q 313356 2122856	N19 11 25.8 W88 46 30.5
2+100	16 Q 313343 2122955	N19 11 29.0 W88 46 31.0
2+200	16 Q 313329 2123054	N19 11 32.2 W88 46 31.5
2+300	16 Q 313317 2123153	N19 11 35.4 W88 46 32.0
2+400	16 Q 313307 2123252	N19 11 38.6 W88 46 32.3
2+500	16 Q 313297 2123352	N19 11 41.9 W88 46 32.7
2+600	16 Q 313283 2123451	N19 11 45.1 W88 46 33.2
2+700	16 Q 313274 2123550	N19 11 48.3 W88 46 33.6



Cota	UTM	Geográficas
2+800	16 Q 313259 2123649	N19 11 51.5 W88 46 34.1
2+900	16 Q 313247 2123748	N19 11 54.7 W88 46 34.6
3+000	16 Q 313235 2123848	N19 11 58.0 W88 46 35.0
3+040	16 Q 313227 2123887	Corresponde al Inicio de la zona de Preservación de la ANP
3+100	16 Q 313221 2123947	N19 12 01.2 W88 46 35.5
3+200	16 Q 313207 2124046	N19 12 04.4 W88 46 36.0
3+300	16 Q 313198 2124145	N19 12 07.6 W88 46 36.4
3+400	16 Q 313186 2124245	N19 12 10.9 W88 46 36.8
3+500	16 Q 313175 2124344	N19 12 14.1 W88 46 37.2
3+600	16 Q 313163 2124444	N19 12 17.4 W88 46 37.7
3+700	16 Q 313149 2124543	N19 12 20.6 W88 46 38.2
3+800	16 Q 313135 2124662	N19 12 24.4 W88 46 38.7
3+900	16 Q 313126 2124742	N19 12 27.0 W88 46 39.1
4+000	16 Q 313119 2124840	N19 12 30.2 W88 46 39.3
4+100	16 Q 313129 2124940	N19 12 33.5 W88 46 39.0
4+200	16 Q 313153 2125037	N19 12 36.6 W88 46 38.2
4+300	16 Q 313197 2125126	N19 12 39.5 W88 46 36.8
4+400	16 Q 313254 2125208	N19 12 42.2 W88 46 34.8
4+500	16 Q 313320 2125283	N19 12 44.7 W88 46 32.6
4+600	16 Q 313387 2125358	N19 12 47.2 W88 46 30.3
4+700	16 Q 313453 2125433	N19 12 49.6 W88 46 28.1
4+800	16 Q 313519 2125507	N19 12 52.0 W88 46 25.9
4+900	16 Q 313586 2125582	N19 12 54.5 W88 46 23.6
5+000	16 Q 313652 2125657	N19 12 57.0 W88 46 21.4
5+100	16 Q 313718 2125733	N19 12 59.5 W88 46 19.1
5+200	16 Q 313764 2125821	N19 13 02.3 W88 46 17.6
5+300	16 Q 313780 2125919	N19 13 05.5 W88 46 17.1
5+400	16 Q 313794 2126019	N19 13 08.8 W88 46 16.6
5+500	16 Q 313835 2126108	N19 13 11.7 W88 46 15.3
5+600	16 Q 313905 2126181	N19 13 14.1 W88 46 12.9
5+700	16 Q 313981 2126245	N19 13 16.2 W88 46 10.3
5+800	16 Q 314059 2126309	N19 13 18.3 W88 46 07.7
5+900	16 Q 314132 2126377	N19 13 20.5 W88 46 05.2

Cota	UTM	Geográficas
6+000	16 Q 314199 2126452	N19 13 23.0 W88 46 02.9
6+100	16 Q 314262 2126529	N19 13 25.5 W88 46 00.8
6+200	16 Q 314324 2126607	N19 13 28.1 W88 45 58.7
6+300	16 Q 314388 2126684	N19 13 30.6 W88 45 56.5
6+400	16 Q 314451 2126762	N19 13 33.2 W88 45 54.4
6+500	16 Q 314514 2126840	N19 13 35.7 W88 45 52.3
6+600	16 Q 314572 2126921	N19 13 38.4 W88 45 50.3
6+700	16 Q 314609 2127014	N19 13 41.4 W88 45 49.1
6+800	16 Q 314624 2127113	N19 13 44.6 W88 45 48.6
6+900	16 Q 314623 2127213	N19 13 47.9 W88 45 48.7
7+000	16 Q 314626 2127312	N19 13 51.1 W88 45 48.6
7+100	16 Q 314654 2127408	N19 13 54.2 W88 45 47.7
7+200	16 Q 314696 2127499	N19 13 57.2 W88 45 46.3
7+211	16 Q 314713 2127500	Corresponde al Fin de la zona de Preservación de la ANP
7+300	16 Q 314739 2127588	N19 14 00.1 W88 45 44.8
7+400	16 Q 314772 2127683	N19 14 03.2 W88 45 43.7
7+500	16 Q 314786 2127782	N19 14 06.4 W88 45 43.3
7+600	16 Q 314774 2127882	N19 14 09.7 W88 45 43.7
7+700	16 Q 314750 2127978	N19 14 12.8 W88 45 44.6
7+800	16 Q 314727 2128076	N19 14 16.0 W88 45 45.4
7+900	16 Q 314714 2128175	N19 14 19.2 W88 45 45.9
8+000	16 Q 314720 2128275	N19 14 22.5 W88 45 45.7
8+100	16 Q 314738 2128373	N19 14 25.6 W88 45 45.1
8+200	16 Q 314756 2128472	N19 14 28.9 W88 45 44.6
8+300	16 Q 314775 2128570	N19 14 32.1 W88 45 43.9
8+400	16 Q 314804 2128666	N19 14 35.2 W88 45 43.0
8+500	16 Q 314850 2128754	N19 14 38.1 W88 45 41.4
8+600	16 Q 314911 2128833	N19 14 40.7 W88 45 39.4
8+700	16 Q 314983 2128903	N19 14 43.0 W88 45 36.9
8+800	16 Q 315053 2128973	N19 14 45.3 W88 45 34.6
8+900	16 Q 315113 2129053	N19 14 47.9 W88 45 32.5
9+000	16 Q 315159 2129142	N19 14 50.8 W88 45 31.0
9+100	16 Q 315201 2129233	N19 14 53.8 W88 45 29.6

Cota	UTM	Geográficas
9+200	16 Q 315243 2129323	N19 14 56.7 W88 45 28.2
9+300	16 Q 315300 2129406	N19 14 59.4 W88 45 26.3
9+400	16 Q 315369 2129478	N19 15 01.8 W88 45 23.9
9+500	16 Q 315441 2129547	N19 15 04.1 W88 45 21.5
9+600	16 Q 315512 2129618	N19 15 06.4 W88 45 19.1
9+700	16 Q 315584 2129687	N19 15 08.7 W88 45 16.6
9+800	16 Q 315656 2129757	N19 15 11.0 W88 45 14.2
9+900	16 Q 315728 2129825	N19 15 13.2 W88 45 11.7
10+000	16 Q 315799 2129896	N19 15 15.5 W88 45 09.3
10+100	16 Q 315870 2129966	N19 15 17.8 W88 45 06.9
10+200	16 Q 315913 2130057	N19 15 20.8 W88 45 05.5
10+300	16 Q 315923 2130157	N19 15 24.0 W88 45 05.2
10+400	16 Q 315915 2130256	N19 15 27.3 W88 45 05.5
10+500	16 Q 315903 2130355	N19 15 30.5 W88 45 05.9
10+600	16 Q 315873 2130452	N19 15 33.6 W88 45 07.0
10+700	16 Q 315838 2130545	N19 15 36.6 W88 45 08.2
10+800	16 Q 315805 2130639	N19 15 39.7 W88 45 09.4
10+900	16 Q 315770 2130733	N19 15 42.7 W88 45 10.6
11+000	16 Q 315735 2130827	N19 15 45.8 W88 45 11.9
11+100	16 Q 315701 2130921	N19 15 48.8 W88 45 13.1
11+200	16 Q 315667 2131014	N19 15 51.8 W88 45 14.2
11+300	16 Q 315638 2131110	N19 15 54.9 W88 45 15.3
11+400	16 Q 315628 2131210	N19 15 58.2 W88 45 15.7
11+500	16 Q 315617 2131309	N19 16 01.4 W88 45 16.1
11+600	16 Q 315606 2131409	N19 16 04.7 W88 45 16.5
11+700	16 Q 315596 2131508	N19 16 07.9 W88 45 16.8
11+800	16 Q 315586 2131608	N19 16 11.1 W88 45 17.2
11+900	16 Q 315576 2131707	N19 16 14.3 W88 45 17.6
12+000	16 Q 315565 2131807	N19 16 17.6 W88 45 18.0

Durante los trabajos de modernización del eje actual (ampliaciones y rectificaciones fuera de la Subzona de Preservación de la ANP) se afectaran un total de 2.96 Ha de vegetación forestal (0.56 Ha de SBC inundable conservada, 0.28 Ha SBC inundable perturbada, de 0.21 Ha de SMSP conservada y 0.73 Ha de SMSP perturbada), así como una superficie de 2.35 Ha de vegetación secundaria (compuesta por pastos y arbustivas), 0.056 Ha de

zonas agrícolas de temporal y 0.378 Ha de áreas catalogadas como asentamientos humanos. En el siguiente bloque de fotografías se presentan algunos de los sitios donde se proyecta realizar la modernización del trazo. Debemos enfatizar que estas áreas corresponden al eje actual del trazo y que no requieren de rectificación.



Figura I.3. Áreas donde se realizarán los trabajos de modernización del proyecto (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000).

De acuerdo al proyecto ejecutivo existirán un total de 9 rectificaciones, que en conjunto suman 4.11 Km lo que corresponde al 34.25% de la longitud total del proyecto. Dichas rectificaciones se presentaran del Km 0+800 al Km 1+000, del Km 1+800 al Km 2+100, del Km 2+120 al Km 2+400, del Km 2+460 al Km 2+980, del Km 7+211 al Km 7+760, del Km 7+780 al Km 8+020, del Km 8+060 al Km 8+320, del Km 8+440 al Km 8+520 y del Km 8+580 al Km 10+300. Producto de las rectificaciones se afectara un total de 1.78 Ha de vegetación forestal (0.56 Ha de SBC inundable conservada, 0.28 Ha de SBC inundable perturbada, 0.21 Ha de SMSP conservada y 0.735 Ha de SMSP perturbada).

Tabla I.3. Estimación de la afectación por acciones de modernización del proyecto (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000).

Uso de Suelo afectado por trabajos de Modernización	superficie rectificaciones	Superficie ampliaciones
SBC inundable conservada	0.560 Ha	0.056 Ha
SBC inundable perturbada	0.280 Ha	0.000 Ha
SMSP conservada	0.210 Ha	0.112 Ha
SMSP perturbada	0.730 Ha	1.008
Total de Vegetación Forestal	1.780 Ha	1.176 Ha
Vegetación secundaria	0.950 Ha	0.966 Ha
Agrícola	0.000 Ha	0.056 Ha
Asentamientos Humanos	0.000 Ha	0.378 Ha
Total otros tipos de Uso de Suelo	0.952 Ha	1.400 Ha

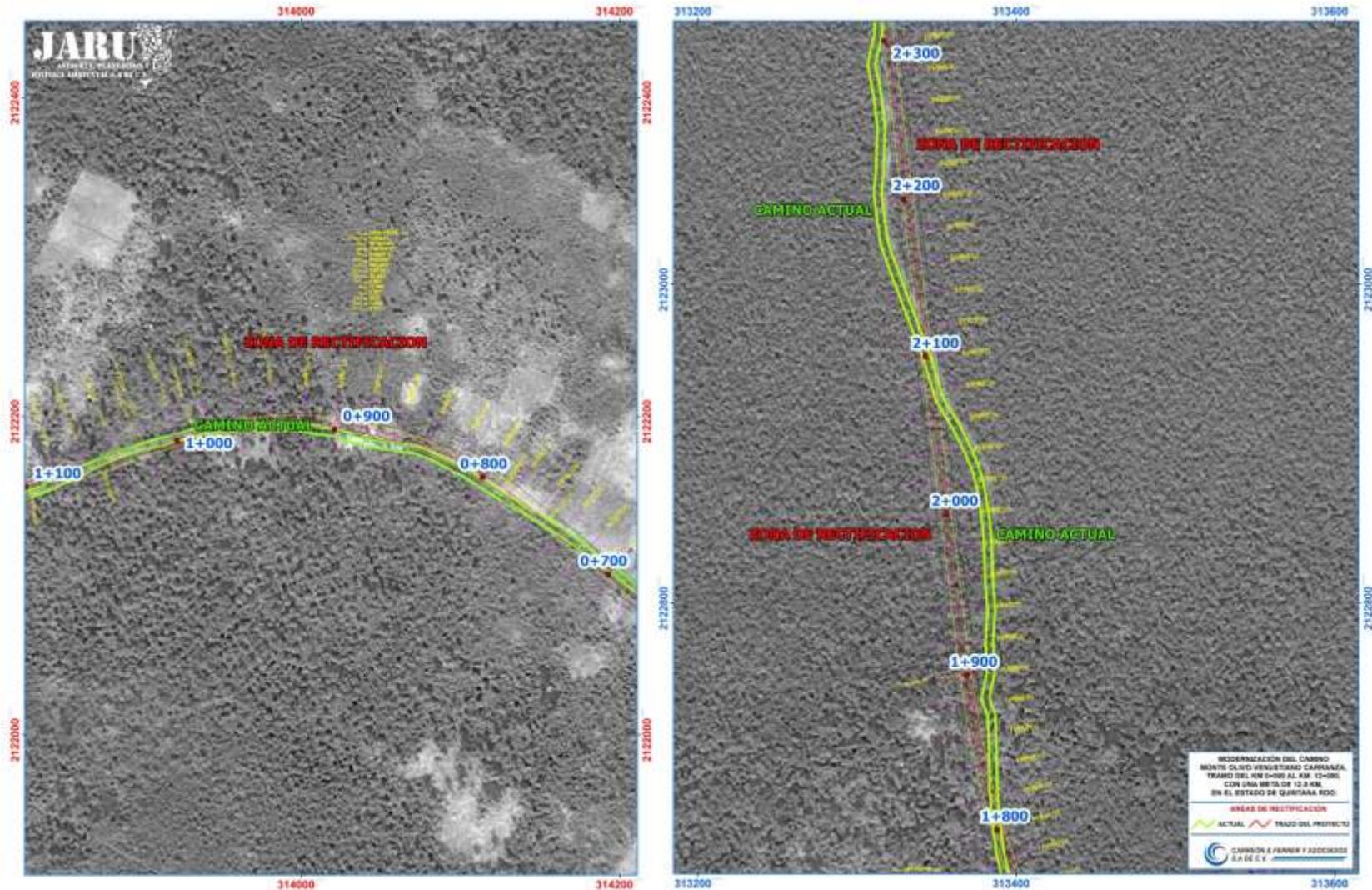


Figura I.4. Ubicación de las rectificaciones presentes entre los Km 0+700 al Km 1+100 y del Km 1+800 al Km 2+300.

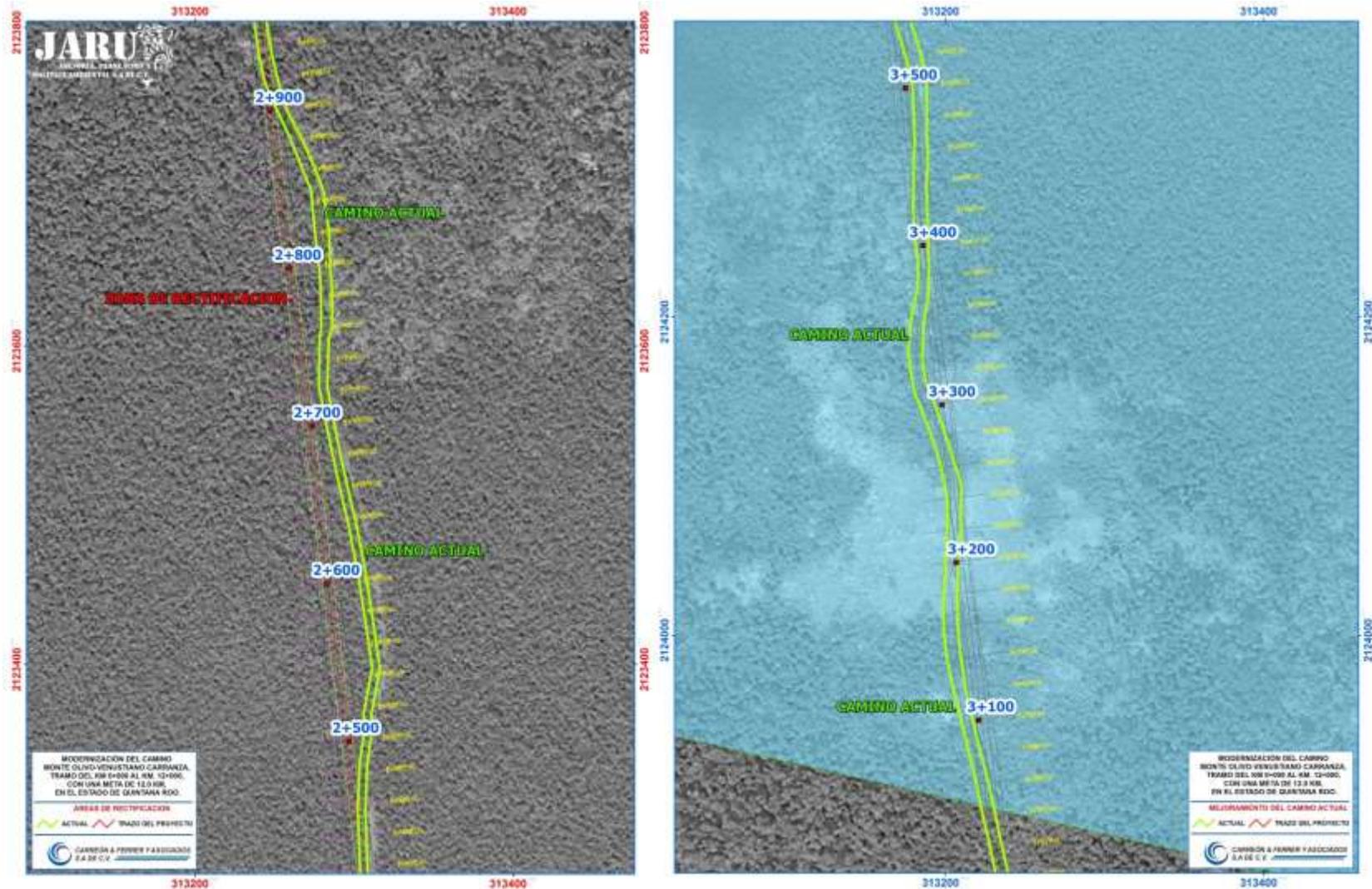


Figura I.5. Esta sección del camino del Km 2+500 al Km 3+040 se realizara conforme a lo establecido en el proyecto ejecutivo, del 3+040 al Km 3+500 NO se realizara modernización del camino, solo se ejecutarán trabajos de mejoramiento de la terracería actual, de acuerdo a lo establecido en el PM de la ANP Bala'an K'aax.

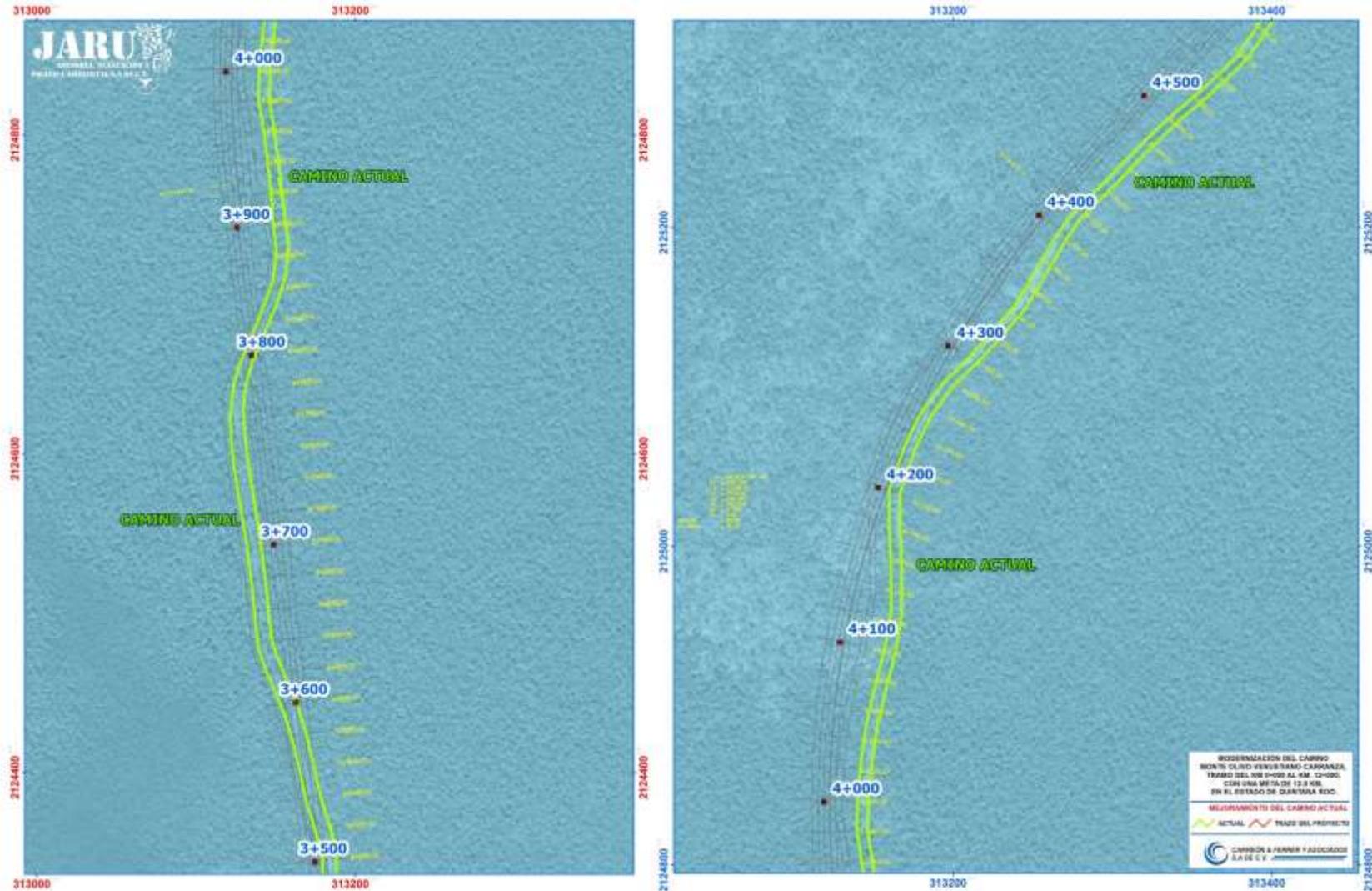


Figura I.6. Esta sección del camino (del 3+500 al Km 4+500) **NO** se realizara la modernización del camino, solo se realizaran trabajos de mejoramiento de la terracería actual, de acuerdo a lo establecido en el PM de la ANP Bala'an K'aax.

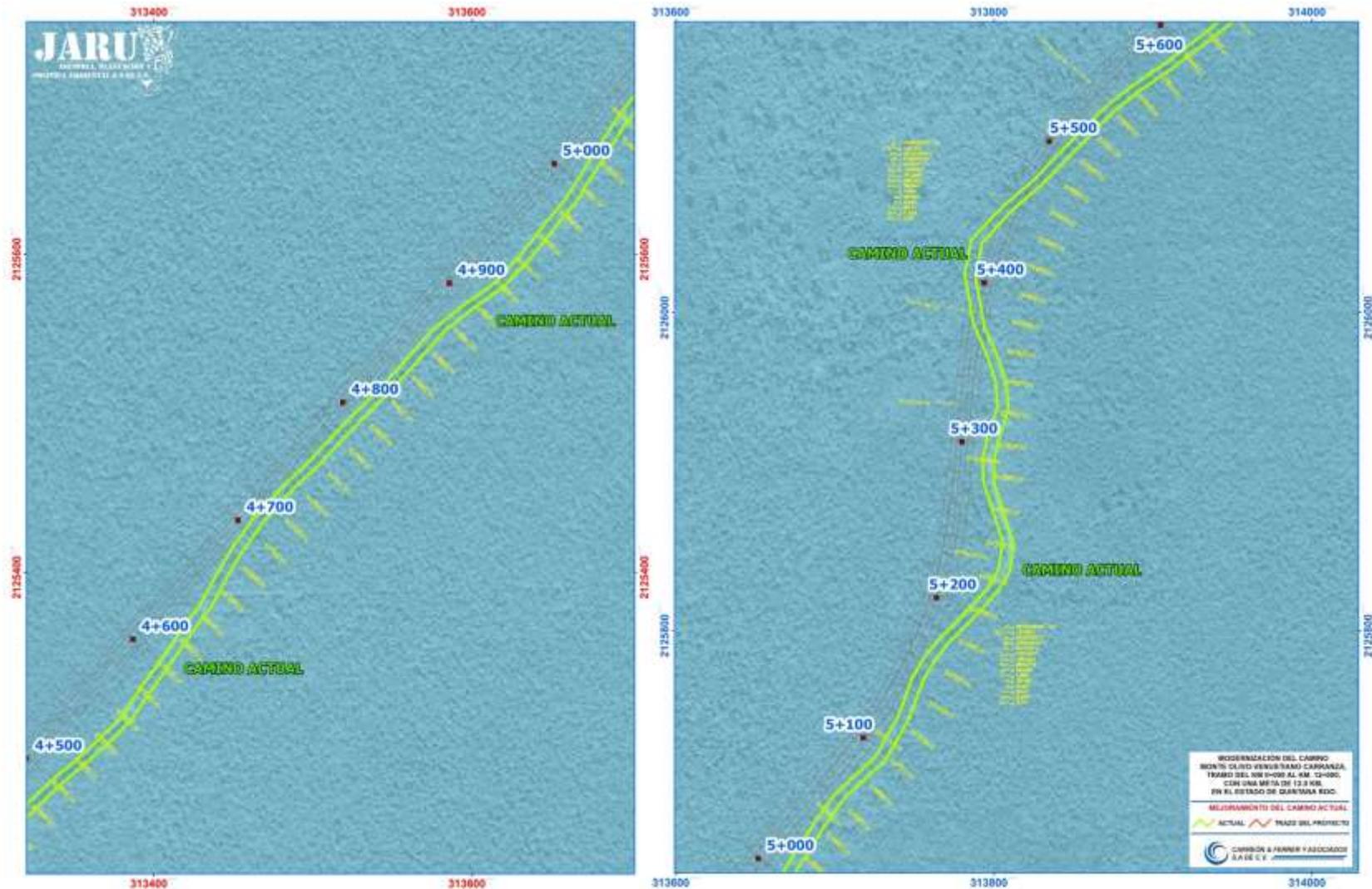


Figura I.7. Esta sección del camino (del Km 4+500 al Km 5+600) **NO** se realizara la modernización del camino, solo se realizaran trabajos de mejoramiento de la terracería actual, de acuerdo a lo establecido en el PM de la ANP Bala'an K'aax

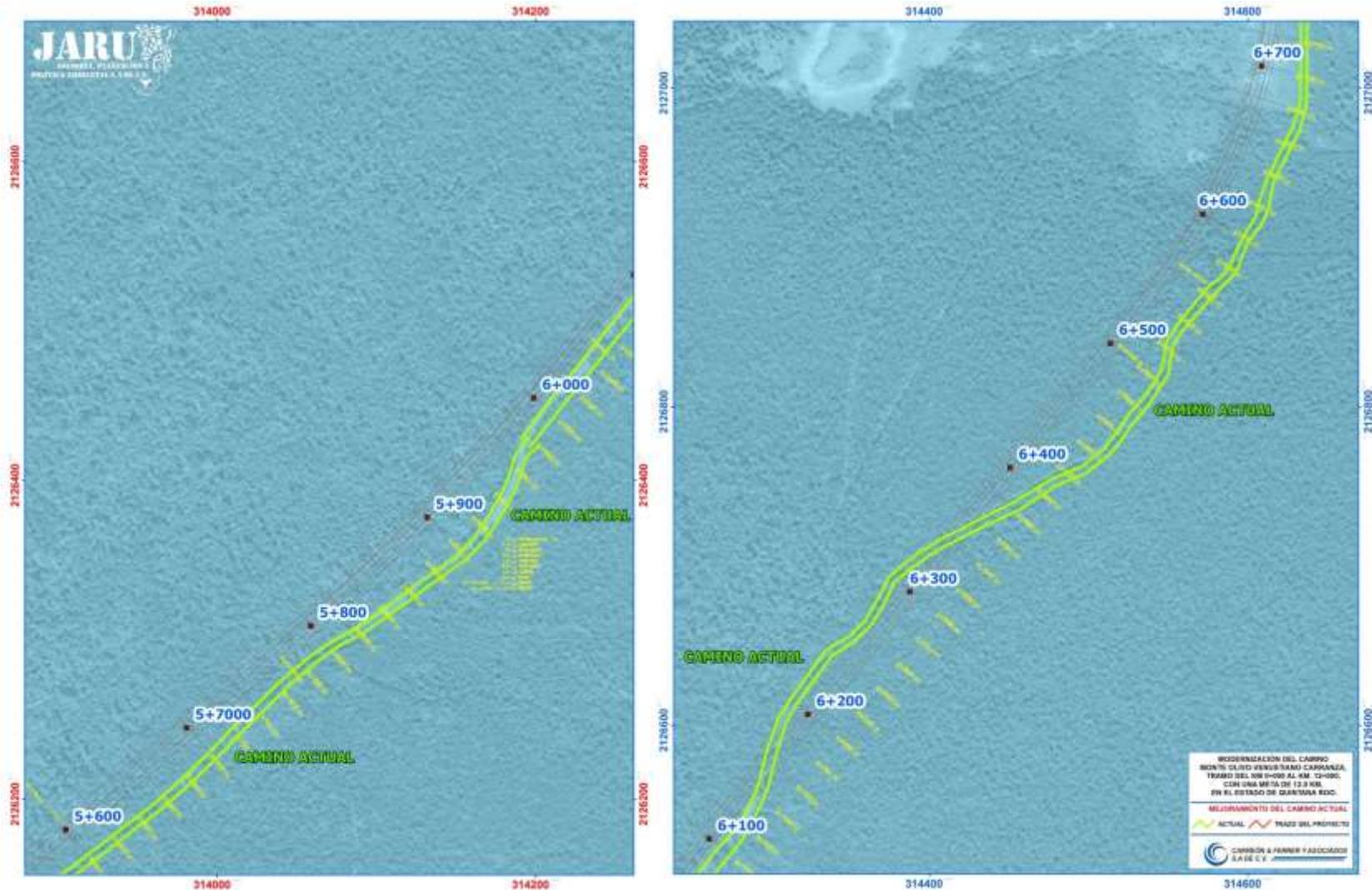
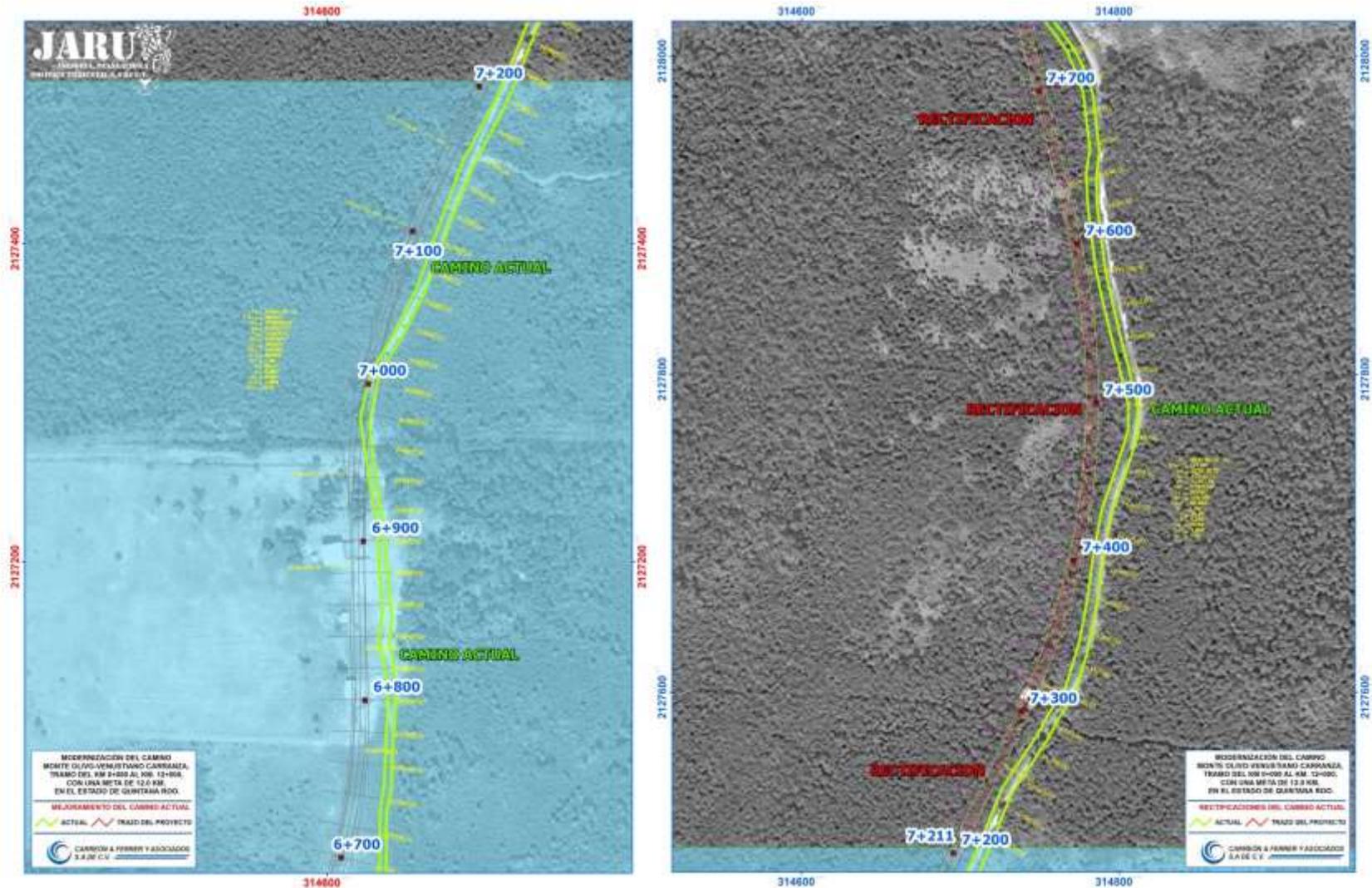


Figura I.8. Esta sección del camino (del Km 5+600 al Km 6+700) **NO** se realizara la modernización del camino, solo se realizaran trabajos de mejoramiento de la terracería actual, de acuerdo a lo establecido en el PM de la ANP Bala'an K'ax



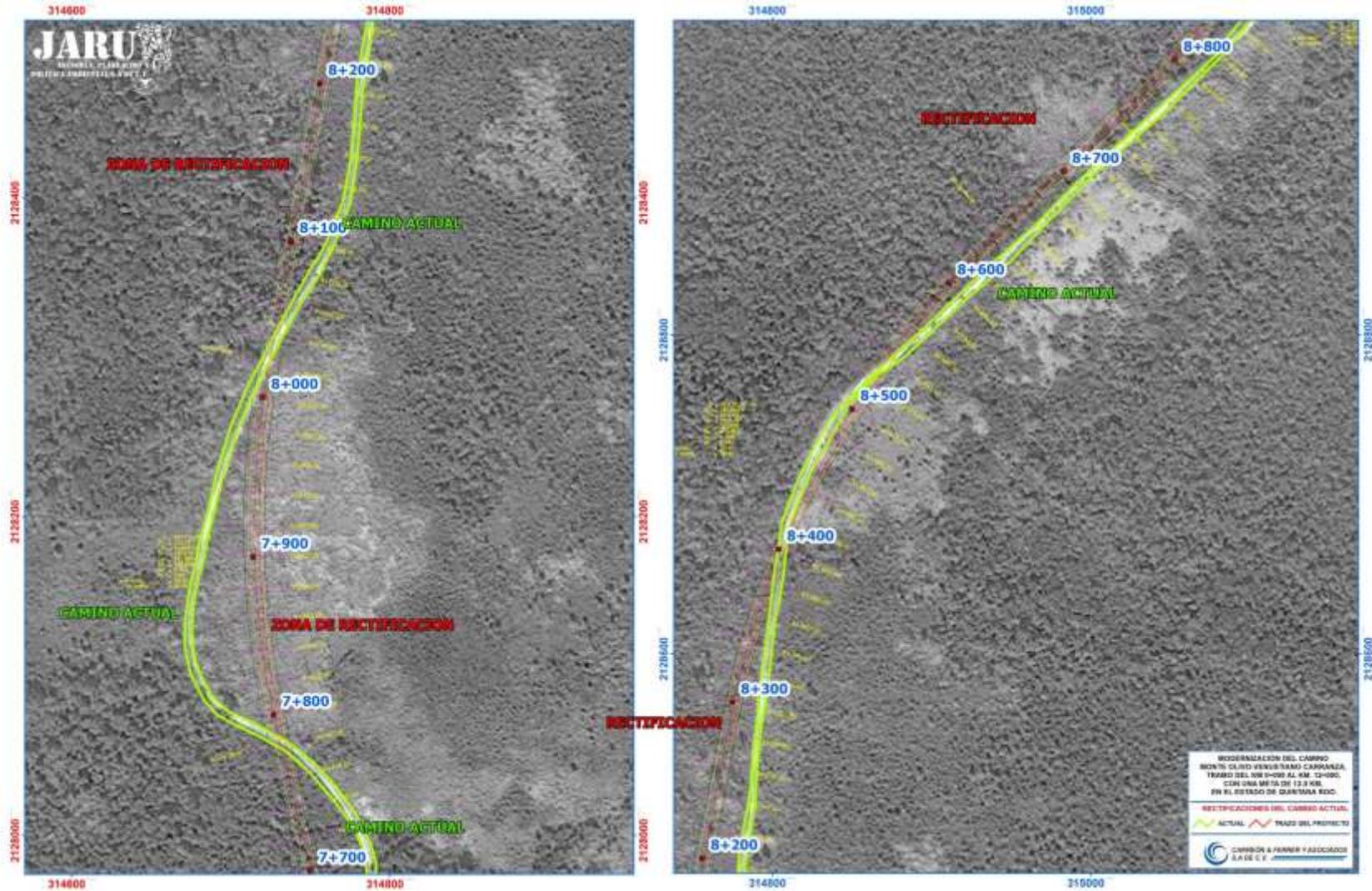


Figura I.10. Ubicación de las rectificaciones presentes entre los Km 7+700 al Km 8+800.

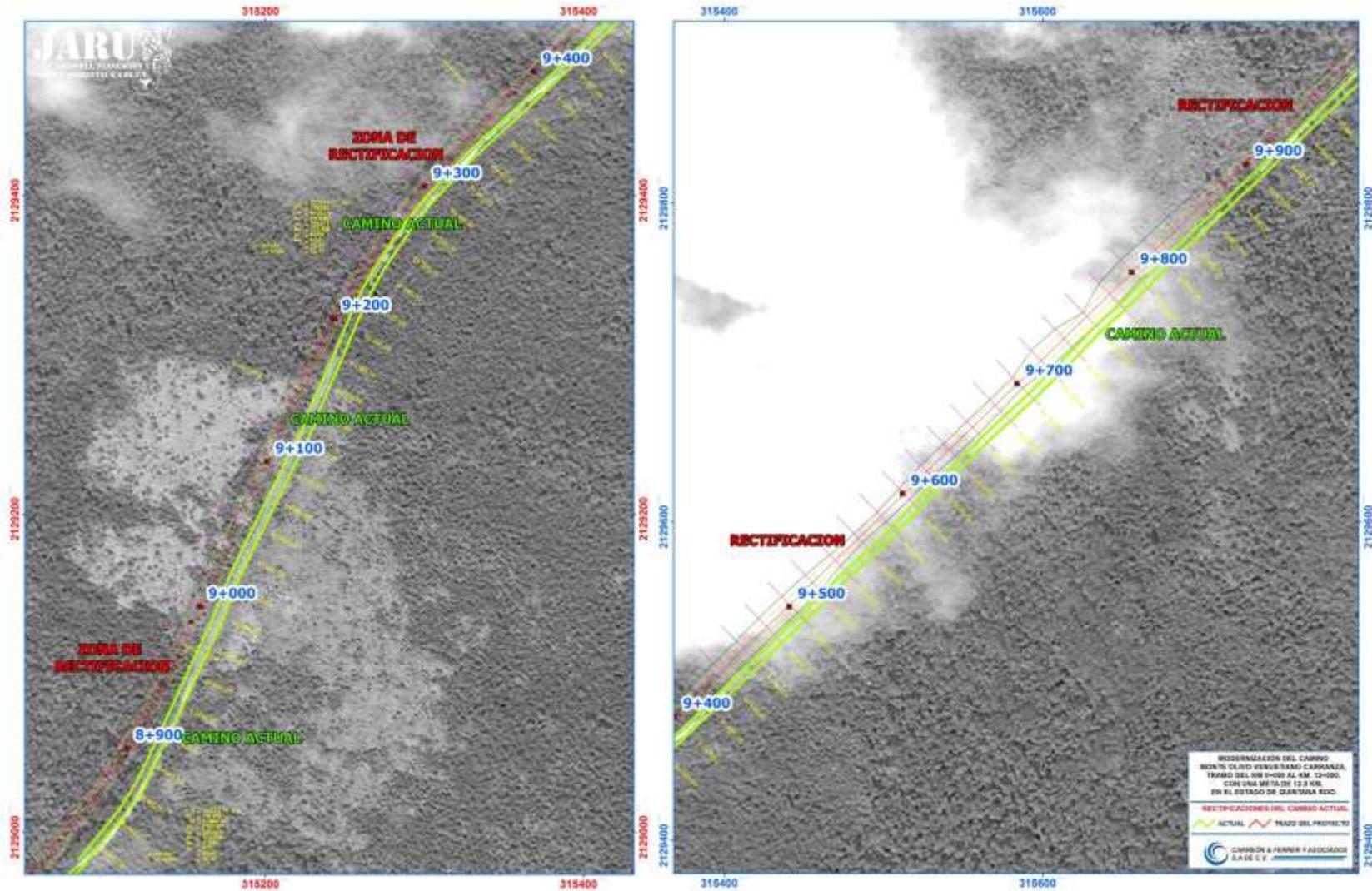


Figura I.11. Ubicación de las rectificaciones presentes entre los Km 8+900 al Km 9+900.

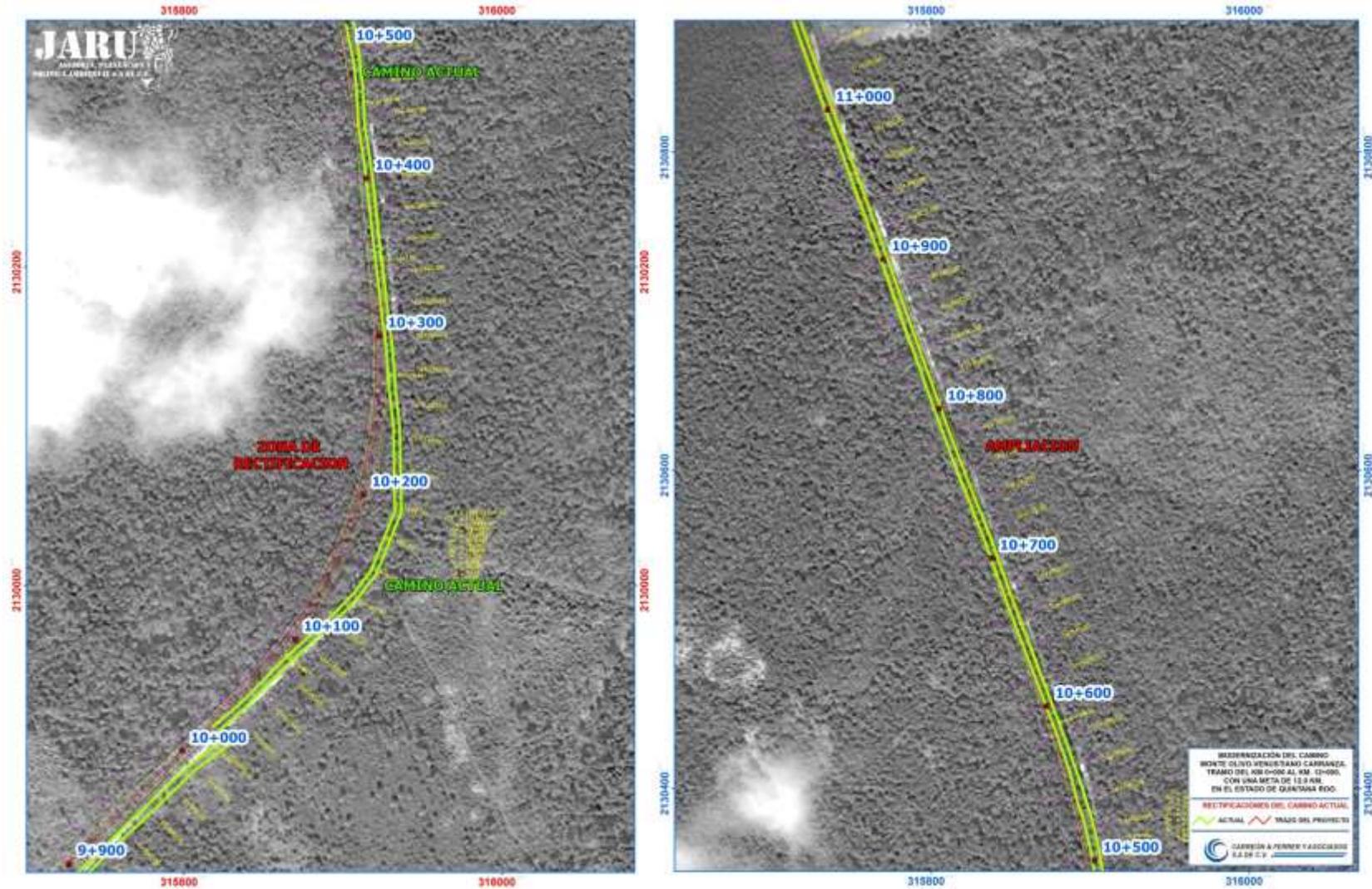


Figura I.12. Ubicación de las rectificaciones y ampliaciones presentes entre los Km 9+900 al Km 11+000.

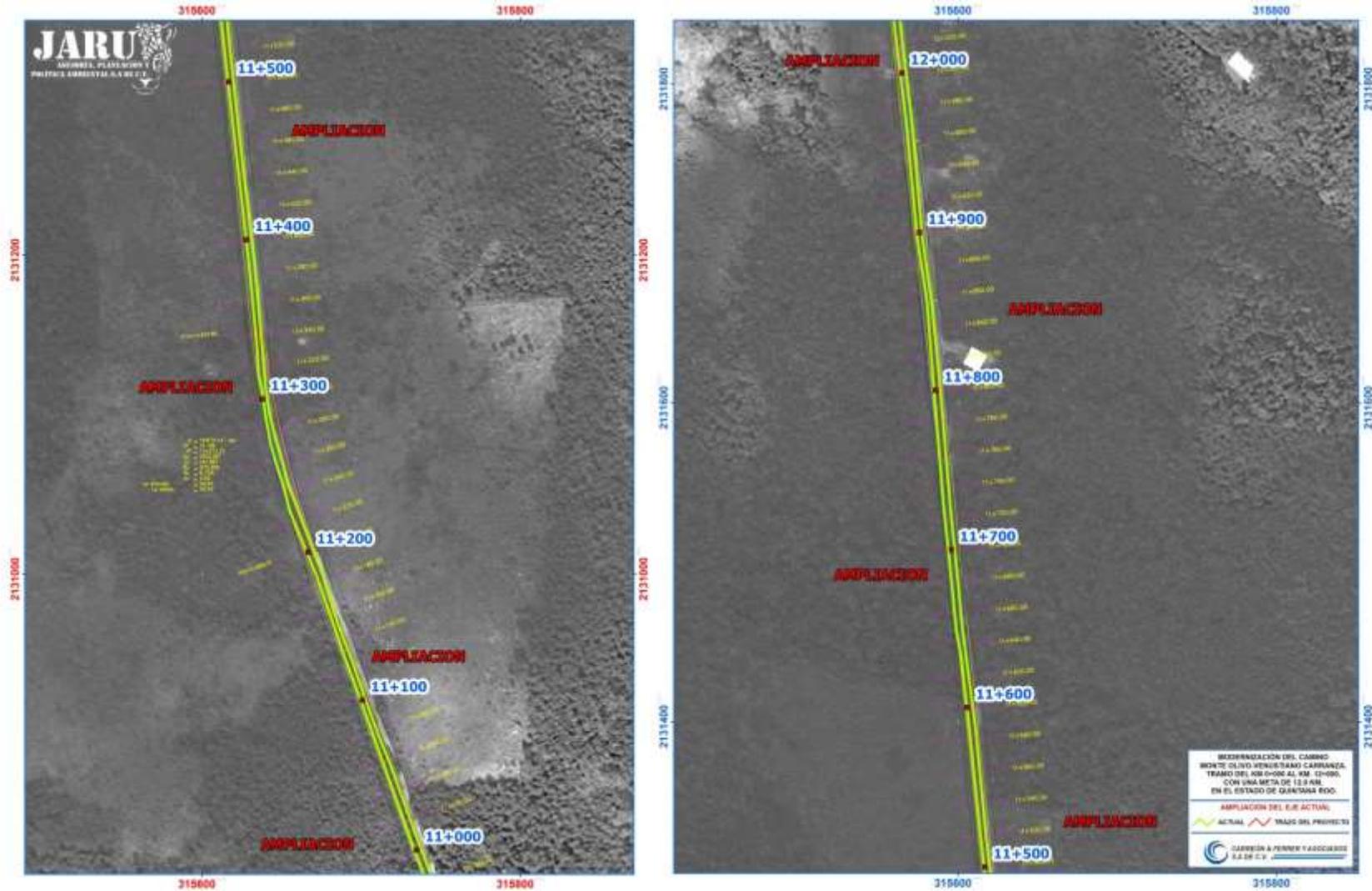


Figura I.13. Ubicación de las ampliaciones presentes entre los Km 11+000 al Km 12+000.

I.1.6. Dimensiones del proyecto

La longitud lineal total del proyecto es de 12.00 Km, iniciando en el Km 0+000 (UTM 16Q 314787 2121737) en el municipio de Bacalar y terminando en el Km 12+000 (16Q 315565 2131807) dentro del municipio de José María Morelos. Actualmente la terracería ocupa una superficie de 6.43 Ha desde el Km 0+000 hasta el Km 12+000 (sin rectificaciones). En concordancia con las especificaciones geométricas del proyecto modernizado la corona de este camino ocupara una superficie total de 8.044 Ha (de estas 5.31 Ha corresponden a los trabajos de modernización del camino desde el Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000). Las 2.731 Ha restantes corresponden a la sección donde se realizaran los trabajos de mejoramiento del camino actual del Km 3+040 al Km 7+211).

Los tramos en desuso (con una superficie de 1.40 Ha y que corresponden al camino actual y que serán liberadas por las rectificaciones proyectadas) serán rehabilitados a través de la ejecución de un programa de restauración de suelos y reforestación con especies nativas como se detalla en el Capítulo VI.

Con la modernización de este camino será necesaria la ejecución de cambio de uso de suelo en una superficie de 2.96 Ha (de estas 1.785 Ha son productos de las rectificaciones y las 1.176 Ha restantes corresponden a vegetación forestal presente en los sitios donde se realizaran las ampliaciones del camino).

Tabla I.4. Usos de Suelo y Vegetación por sección del proyecto; se indica la superficie con y sin proyecto. En verde se indican los sitios que serán sujetos a rectificación y en gris la sección del camino que sera sujeta a mejoramiento y mantenimiento de acuerdo a lo que establece el PM de la ANP Bala'an k'aax.

Inicio	Final	Uso de Suelo Actual	Longitud	Actual	Modernizado
0+000	0+540	Asentamientos Humanos	540.000	0.3780 Ha	0.3780 Ha
0+540	0+800	Vegetación secundaria	260.000	0.1456 Ha	0.1820 Ha
0+800	1+000	SMSP perturbada	200.000	0.0000 Ha	0.1400 Ha
1+000	1+100	SMSP perturbada	100.000	0.0560 Ha	0.0700 Ha
1+100	1+180	Agrícola	80.000	0.0448 Ha	0.0560 Ha
1+180	1+220	SMSP perturbada	40.000	0.0224 Ha	0.0280 Ha
1+220	1+360	Vegetación secundaria	140.000	0.0784 Ha	0.0980 Ha
1+360	1+440	SMSP perturbada	80.000	0.0448 Ha	0.0560 Ha
1+440	1+500	Vegetación secundaria	60.000	0.0336 Ha	0.0420 Ha
1+500	1+560	SMSP perturbada	60.000	0.0336 Ha	0.0420 Ha
1+560	1+600	Vegetación secundaria	40.000	0.0224 Ha	0.0280 Ha
1+600	1+700	SMSP perturbada	100.000	0.0560 Ha	0.0700 Ha

Inicio	Final	Uso de Suelo Actual	Longitud	Actual	Modernizado
1+700	1+800	SMSP conservada	100.000	0.0560 Ha	0.0700 Ha
1+800	1+920	SBC inundable conservada	120.000	0.0000 Ha	0.0840 Ha
1+920	2+100	SBC inundable conservada	180.000	0.0000 Ha	0.1260 Ha
2+100	2+120	SBC inundable conservada	20.000	0.0064 Ha	0.0140 Ha
2+120	2+400	SBC inundable conservada	280.000	0.0000 Ha	0.1960 Ha
2+400	2+460	SBC inundable conservada	60.000	0.0180 Ha	0.0420 Ha
2+460	2+680	SBC inundable conservada	220.000	0.0000 Ha	0.1540 Ha
2+680	2+980	SMSP conservada	300.000	0.0000 Ha	0.2100 Ha
2+980	3+040	SMSP conservada	60.000	0.0360 Ha	0.0420 Ha
Inicio Subzona de Preservacion de la ANP					
3+040	3+160	SMSP conservada	120.000	0.0750 Ha	0.0750 Ha
3+160	3+340	Vegetación secundaria	180.000	0.1125 Ha	0.1125 Ha
3+340	3+440	SMSP conservada	100.000	0.0625 Ha	0.0625 Ha
3+440	3+460	SMSP conservada	20.000	0.0125 Ha	0.0125 Ha
3+460	3+520	SBC inundable conservada	60.000	0.0375 Ha	0.0375 Ha
3+520	3+820	SBC inundable conservada	300.000	0.1875 Ha	0.1875 Ha
3+820	3+840	SBC inundable conservada	20.000	0.0125 Ha	0.0125 Ha
3+840	5+250	SBC inundable conservada	1410.000	0.8813 Ha	0.8813 Ha
5+250	5+360	SBC inundable perturbada	110.000	0.0688 Ha	0.0688 Ha
5+360	5+380	SBC inundable perturbada	20.000	0.0125 Ha	0.0125 Ha
5+380	5+440	SBC inundable perturbada	60.000	0.0375 Ha	0.0375 Ha
5+440	5+460	SBC inundable perturbada	20.000	0.0125 Ha	0.0125 Ha

Inicio	Final	Uso de Suelo Actual	Longitud	Actual	Modernizado
5+460	6+120	SBC inundable perturbada	660.000	0.4125 Ha	0.4125 Ha
6+120	6+140	SBC inundable perturbada	20.000	0.0125 Ha	0.0125 Ha
6+140	6+160	SBC inundable perturbada	20.000	0.0125 Ha	0.0125 Ha
6+160	6+620	SBC inundable conservada	460.000	0.2875 Ha	0.2875 Ha
6+620	6+660	SBC inundable perturbada	300.000	0.1875 Ha	0.1875 Ha
6+660	6+780	Vegetación secundaria	120.000	0.0750 Ha	0.0750 Ha
6+780	6+900	Asentamientos Humanos	120.000	0.0750 Ha	0.0750 Ha
6+900	6+960	Asentamientos Humanos	60.000	0.0375 Ha	0.0375 Ha
6+960	7+211	SMSP perturbada	190.000	0.1188 Ha	0.1188 Ha
Termina Subzona de Preservación de ANP					
7+211	7+480	SMSP perturbada	330.000	0.0000 Ha	0.231 Ha
7+480	7+720	SBC inundable perturbada	240.000	0.0000 Ha	0.168 Ha
7+720	7+760	Vegetación secundaria	40.000	0.0000 Ha	0.028 Ha
7+760	7+780	Vegetación secundaria	20.000	0.0070 Ha	0.014 Ha
7+780	8+020	Vegetación secundaria	240.000	0.0000 Ha	0.168 Ha
8+020	8+060	Vegetación secundaria	40.000	0.0140 Ha	0.028 Ha
8+060	8+080	Vegetación secundaria	20.000	0.0000 Ha	0.014 Ha
8+080	8+320	SMSP perturbada	240.000	0.0000 Ha	0.168 Ha
8+320	8+420	SMSP perturbada	100.000	0.0350 Ha	0.07 Ha
8+420	8+440	Vegetación secundaria	20.000	0.0070 Ha	0.014 Ha
8+440	8+520	Vegetación secundaria	80.000	0.0000 Ha	0.056 Ha
8+520	8+580	Vegetación	60.000	0.0210 Ha	0.042 Ha

Inicio	Final	Uso de Suelo Actual	Longitud	Actual	Modernizado
		secundaria			
8+580	9+300	Vegetación secundaria	720.000	0.0000 Ha	0.504 Ha
9+300	9+460	SBC inundable perturbada	160.000	0.0000 Ha	0.112 Ha
9+460	9+700	SMSP perturbada	240.000	0.0000 Ha	0.168 Ha
9+700	9+960	Vegetación secundaria	260.000	0.0000 Ha	0.182 Ha
9+960	10+300	SMSP perturbada	40.000	0.0000 Ha	0.028 Ha
10+300	10+320	SMSP perturbada	20.000	0.0140 Ha	0.014 Ha
10+320	10+440	Vegetación secundaria	120.000	0.0840 Ha	0.084 Ha
10+440	11+020	SMSP perturbada	580.000	0.4060 Ha	0.406 Ha
11+020	11+600	Vegetación secundaria	580.000	0.4060 Ha	0.406 Ha
11+600	11+960	SMSP perturbada	360.000	0.2520 Ha	0.252 Ha
11+960	12+000	Vegetación secundaria	40.000	0.0280 Ha	0.028 Ha
Superficie de afectación del Proyecto Modernizado y Mejorado					8.0443 Ha

I.1.7. Duración del proyecto

Se estima que las actividades de modernización de este camino sean de 24 meses (preparación del sitio, construcción, ejecución de las medidas de mitigación, señalamiento etc.); sin embargo la promotora requiere de un periodo de 5 años a partir de la emisión del resolutivo en materia de impacto ambiental para la gestión de permisos correspondientes, obtención de partidas presupuestales y ejecución de la obra. En este periodo de tiempo no se considera el seguimiento a las medidas de mitigación propuestas, sino hasta previo el inicio de construcción del proyecto.

I.2. Datos generales del promovente

I.2.1. Nombre o razón social

Centro SCT – Quintana Roo

I.2.2. Nombre y cargo del representante legal

Lic. Francisco Elizondo Garrido

Director General del Centro SCT Quintana Roo

1.2.3. Dirección del promovente o de su representante legal

Av. Insurgentes Sur 1089 Pisos 12 y 13. Col. Nochebuena

Deleg. Benito Juárez. C.P. 03720 México, D.F.

1.2.4. Registro Federal de causantes y/o C.U.R.P.

R.F.C.: SCT-060303-D74

I.3. Datos generales del responsable del estudio de impacto ambiental

I.3.1. Nombre o razón social

CARREON & FERRER Y ASOCIADOS S.A DE C.V.

Ing. Jesús José Carreón Zamora – Representante Legal

I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes o CURP

R.F.C. ██████████

I.3.3. Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio

Biól. Carlos Alberto Acosta Gómez

Cédula Profesional: ██████████

Coordinador del Proyecto

I.3.4. Personal Técnico que participa en la elaboración del Documento

Biól. Carlos Alberto Jaramillo Jacobo

Biól. Natali Ruiz Palacios.

Biól. Yolanda Franco Guerrero.
pas Biol. Yazmin Santillan Jacobo
Tec. Andrés Ruiz Palacios.

I.3.5. Dirección del responsable técnico

████████████████████

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO

Considerando lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), misma que contiene diversas disposiciones relacionadas con el desarrollo de diferentes proyectos; así, en el Artículo 28 se establece que la evaluación del impacto ambiental es un procedimiento mediante el cual la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) busca evitar o reducir al mínimo los efectos negativos que la realización de obras o actividades podría tener sobre el ambiente. Con este procedimiento se busca establecer las condiciones a que se sujetarán los proyectos 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. Para la ejecución del proyecto **“Modernización del Camino Monte Olivo - Venustiano Carranza, Tramo del Km 0+000 al Km 12+000, con una meta de 12.0 Km, en el Estado de Quintana Roo”** se requiere obtener la autorización previa en materia de impacto ambiental de la SEMARNAT, para el desarrollo de trabajos de modernización y mejoramiento en una longitud total de 12.00 Km. Para ello se proyecta la Modernización de una longitud de 7.83 Km (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) a través de 9 rectificaciones (Km 0+800 al Km 1+000, del Km 1+800 al Km 2+100, del Km 2+120 al Km 2+400, del Km 2+460 al Km 2+980, del Km 7+211 al Km 7+760, del Km 7+780 al Km 8+020, del Km 8+060 al Km 8+320, del Km 8+440 al Km 8+520 y del Km 8+580 al Km 10+300) y las ampliaciones correspondientes del eje actual, todo ello para que cumpla con las especificaciones de un camino “Tipo C”. Los trabajos de ampliación y rectificación (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) requerirán de la apertura de línea de cerros (Km 0+800 al Km 1+000, del Km 1+800 al Km 2+100, del Km 2+120 al Km 2+400, del Km 2+460 al Km 2+980, del Km 7+211 al Km 7+760, del Km 7+780 al Km 8+020, del Km 8+060 al Km 8+320, del Km 8+440 al Km 8+520 y del Km 8+580 al Km 10+300) por lo que se estima la afectación de 2.96 Ha de vegetación forestal y 2.35 Ha de otros usos de suelo (1.31 Ha vegetación secundaria, 0.056 Ha de áreas agrícola de temporal y 0.378 Ha de asentamientos humanos).

Por otro lado la sección presente entre el Km 3+040 al Km 7+211 solo será sujeta a trabajos de mejoramiento y mantenimiento (con una longitud de 4.17 Km), debido a que el PM de la ANP Bala'an K'aax **PROHIBE** el desarrollo y/o ampliación de nuevas vías de comunicación, **sin embargo permite los trabajos de mejoramiento y mantenimiento de los caminos que ya existen.** Es por ello, que los trabajos que se realizaran en esta sección (del Km 3+040 al Km 7+211) corresponderán a la limpieza del camino actual, a través de las actividades de deshierbe y despalme, esto con la finalidad de poder realizara el mejoramiento a través del tendido de una base asfáltica, además de la colocación de obras de drenaje y el señalamiento correspondiente (en que se hará énfasis de la presencia de fauna silvestre). En esta longitud del proyecto no existirá afectación por trabajos de ampliación y/o rectificación, por lo que la superficie actual (2.73 Ha) quedara sin cambio.

El desarrollo de este proyecto tiene como objetivo principal la optimización de tiempo de recorrido de las personas que circulan por dicha vía, la principal función del proyecto es abatir los gastos innecesarios y poco redituables de mantenimiento, así como la

modernización y consolidación de la comunidad de Monte Olivo, de manera que su comunicación sea eficiente con las demás localidades, en cuanto a seguridad y rapidez, incrementando los índices de calidad del transporte de bienes y servicios en la región, así como también promover su desarrollo económico. El proyecto de modernización de esta terracería ayudará a mejorar las condiciones económicas de las poblaciones cercanas a ella y ofrecerá mayor seguridad, eficiencia y comodidad en el transporte de productos y pasajeros, así mismo será importante apoyo para el desarrollo de las localidades y beneficiará de manera secundaria a las poblaciones más alejadas (La Isla, Caanán, Los Girasoles, San José de la Cruz, El Huanal, El Mirador, Nueva Cunducan, Francisco Villa, Plan de la Noria, Dieciocho de Marzo, La Primavera, Guadalupe Victoria, entre otras).

Por otro lado; el revestimiento y rehabilitación de este camino está en concordancia con los objetivos planteados en el Programa Nacional Infraestructura (2014 - 2018) que busca orientar la funcionalidad integral de la infraestructura existente y nueva del país a través del cumplimiento de objetivos específicos en los sectores de Comunicaciones y Transportes, a fin de potenciar la competitividad de México y así, asegurar que las oportunidades y el desarrollo lleguen a todas las regiones, a todos los sectores y a todos los grupos de la población. De esta forma, y como parte de la estrategia Nacional para incrementar el desarrollo regional y disminuir la marginación de las comunidades; se incluye la rehabilitación de las vías de comunicación como la punta de lanza para la integración de los modelos de desarrollo planteados por el Gobierno Federal.

En el caso presente, la vía citada opera con una superficie de rodamiento promedio de 4.50 m; de este modo, la modernización de 7.83 Km (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) contempla un camino “**Tipo C**” de 7.00 metros de ancho con dos carriles, cada uno de 3.50 m (y la recuperación de los sitios en desuso). De forma importante, cabe señalar, que para llevar a cabo dicha modernización (7.83 Km) será necesaria el cambio de uso de suelo en una superficie de 2.96 Ha, de estas 1.785 Ha corresponden a los trabajos de rectificación (Km 0+800 al Km 1+000, del Km 1+800 al Km 2+100, del Km 2+120 al Km 2+400, del Km 2+460 al Km 2+980, del Km 7+211 al Km 7+760, del Km 7+780 al Km 8+020, del Km 8+060 al Km 8+320, del Km 8+440 al Km 8+520 y del Km 8+580 al Km 10+300) y 1.176 Ha a los trabajos de ampliación del camino actual.

Tabla II.1. Estimación de la afectación por acciones de modernización del proyecto (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000).

Uso de Suelo afectado por trabajos de Modernización	Superficie rectificaciones	Superficie ampliaciones
SBC inundable conservada	0.560 Ha	0.056 Ha
SBC inundable perturbada	0.280 Ha	0.000 Ha
SMSP conservada	0.210 Ha	0.112 Ha
SMSP perturbada	0.730 Ha	1.008 Ha
Total de Vegetación Forestal	1.780 Ha	1.176 Ha
Vegetación secundaria	0.950 Ha	0.966 Ha
Agrícola	0.000 Ha	0.056 Ha
Asentamientos Humanos	0.000 Ha	0.378 Ha

Uso de Suelo afectado por trabajos de Modernización	Superficie rectificaciones	Superficie ampliaciones
Total otros tipos de Uso de Suelo	0.952 Ha	1.400 Ha

Por su parte, y como lo señala el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental en sus artículos 6, 9 11 y 13, y pensando que las acciones que el proyecto implican representan un incremento en el nivel de impacto debido al aumento en la velocidad de tránsito y a la ampliación del camino actual, en cumplimiento de la disposición, el promovente presenta esta Manifestación de Impacto Ambiental, y tomando a consideración que este camino generará impactos acumulativos, sinérgicos y residuales; la modalidad de este estudio, se presenta regional. En tanto, en el presente se desarrollan los ocho rubros señalados, la información se presenta en capítulos, dando cumplimiento a lo estipulado en los incisos I al VIII del Artículo 13 del REIA.

II.1. Generalidades del proyecto

El proyecto consiste en adecuación, ampliación y construcción de un camino "Tipo C" en una longitud de 7.83 Km (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y el mejoramiento de 4.17 Km de la terracería actual; esto con la finalidad de hacer más transitable el camino Monte Olivo – Venustiano Carranza que ha venido operando desde hace más de 30 años y el cual provee de servicio a más 1,600 personas comunicando a 14 pequeñas localidades de la región (Monte Olivo, Venustiano Carranza, La Isla, Caanán, Los Girasoles, San José de la Cruz, El Huanal, El Mirador, Nueva Cunducan, Francisco Villa, Plan de la Noria, Dieciocho de Marzo, La Primavera, Guadalupe Victoria).

De acuerdo a los datos generales del proyecto, la modernización (incluye ampliación y rectificación del camino actual) se realizara en una longitud de 7.83 Km, de estos más del 65% se desarrollan sobre Relieve mesiforme de estructura tabular y el 35% restante sobre relieve cárstico acumulativo residual. El mejoramiento de 4.17 Km de la terracería actual, corresponde a la longitud del proyecto que atraviesa la Subzona de preservación de la ANP Bala'an Kaax; como se indicó esta sección corre del Km 3+040 al Km 7+211. La velocidad promedio contemplada es una mínima de 40 Km/ y una máxima de 60 Km/h; tendrá una pendiente máxima de 6.00% (Tabla II.1 y Tabla II.2). De acuerdo al proyecto ejecutivo se contemplan la construcción de 39 obras de drenaje menor (losas de concreto).

Tabla II.2. Comparativo de las especificaciones actuales con las de la obra modernizada del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000.

Especificaciones del Proyecto		
Concepto	Característica	
	Actual	Proyectada
Carretera Tipo	Terracería	C
Velocidad del proyecto	10 - 20 Km/h	40 - 60 Km/h

Especificaciones del Proyecto		
Concepto	Característica	
	Actual	Proyectada
Ancho de la corona	4.50 m promedio	7.00 m
Ancho de la carpeta	-	7.00 m
Longitud	7.83 Km	7.83 Km
Espesor de Concreto asfáltico	-	0.05 cm
Curvatura máxima	-	11°
Base	-	0.20 m
Subrasante	-	0.30 m
Pendiente máxima	-	6%
Pendiente gobernadora	-	4%
Pendiente transversal	-	2%
Talud en corte	-	1.0:1
Longitud	12.00 Km	12 .00 Km
Obras de drenaje	-	24 Losas

Tabla II.3. Comparativo de las especificaciones actuales con las de la obra mejorada del Km 3+040 al Km 7+211.

Especificaciones del Proyecto		
Concepto	Característica	
	Actual	Proyectada
Carretera Tipo	Terracería	Mejorado
Velocidad del proyecto	10 - 20 Km/h	20 - 30 Km/h
Ancho de la corona	4.8 m promedio	4.80 m promedio
Ancho de la carpeta	-	4.80 m
Longitud	4.17 Km	4.17 Km
Material	Terracería	Pavimento
Obras de drenaje	-	15 Losas

Como se indicó en el Capítulo I, la obra modernizada ocupara una superficie de 8.044 Ha por lo que para su construcción será necesaria la afectación de 2.96 Ha de vegetación Forestal de estas 1.785 Ha corresponden a los 4.11 Km de rectificaciones (presentes en los Km 0+800 al Km 1+000, del Km 1+800 al Km 2+100, del Km 2+120 al Km 2+400, del Km 2+460 al Km 2+980, del Km 7+211 al Km 7+760, del Km 7+780 al Km 8+020, del

Km 8+060 al Km 8+320, del Km 8+440 al Km 8+520 y del Km 8+580 al Km 10+300) y las 1.176 Ha restantes a la ampliación de la corona del eje actual (3.72 Km).

Tabla II.4. Obras o actividades que se realizaran a lo largo de los 12.00 Km del proyecto.

Obra o Actividad	Longitud	Afectación Forestal
Modernización del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000	7.83 Km	2.96 Ha
Rectificación	4.11 Km	1.785 Ha
Ampliación	3.72 Km	1.176 Ha
Mejoramiento y Mantenimiento del Km 3+040 al Km 7+211	4.17 Km	Sin afectación

II.1.1. Justificación y Objetivos

Los problemas de los caminos rurales, es que son de tierra, y presentan una falta de mantenimiento y de revestimiento, lo que provoca que en épocas de lluvia se dificulte el acceso, implicando en repetidas ocasiones pérdidas materiales para los usuarios, retrasos e inseguridad. De este modo, como objetivo estratégico, se plantea dar solución a esta problemática, por lo que se propone la modernización de 7.83 Km y el mejoramiento y mantenimiento de 4.17 Km, esto con la finalidad de que perdure por más tiempo la obra. Por otra parte, la modernización y mejoramiento de este camino permitirá la reducción en un 70% de los tiempos de traslado ya que la velocidad pasara de 10 Km/h a 40 Km/h. así como:

1. Fortalecimiento de la infraestructura de comunicaciones para el traslado de bienes, servicios y personas a nivel local.
2. Disminución de tiempos de recorrido y aumento de las medidas de seguridad.
3. Fortalecimiento de la infraestructura regional.
4. Facilitar el abasto y traslado de capital humano y alumnos al principal centro educativo de nivel medio superior de la región.
5. De acuerdo a datos de la SCT la modernización de este proyecto contempla un aforo de hasta 400 vehículos, con una tasa de crecimiento anual del 3.00%.

En resumen, es necesario realizar la modernización (a través de la ampliación y rectificación de 7.83 Km) y el mejoramiento y mantenimiento (de 4.17 Km) de la terracería presente en la Subzona de Preservación de la ANP; debido a que se requiere superar la condición deficiente que este camino presenta, con lo que se beneficiara de manera directa a más de 1,600 habitantes de la región ya que estos trabajos permitirán brindar un mayor servicio a los pobladores, garantizando una vialidad más segura, rápida y eficaz, permitiendo acortar el tiempo de recorrido desde la comunidad de Monte Olivo hacia las comunidades urbanas más cercanas.

II.1.2. Ubicación física

Como se indicó, el proyecto se ubica dentro de dos municipios del estado de Quintana Roo (59.83% del Km 0+000 al Km 7+180 en el municipio de Bacalar y el 40.17% del Km 7+180 al Km 12+000 en el municipio de José María Morelos). Geomorfológicamente, este camino se asienta en relieve cárstico acumulativo y en relieve mesiforme de estructura tabular (INEGI, 2015). En lo que corresponde a las unidades edáficas se tiene que el 45% del trazo correrá sobre Gleysoles y el resto sobre Leptosoles. La pendiente máxima del terreno es del 3.00°.

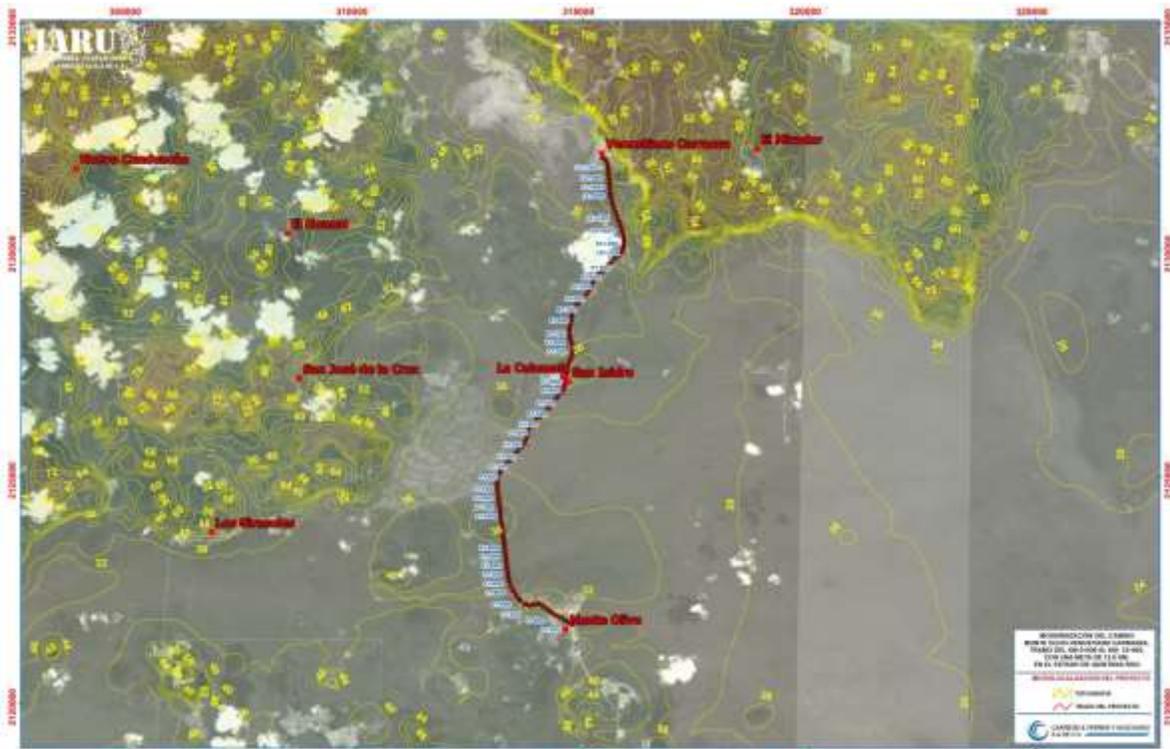


Figura II.1. Microlcoalicación del Proyecto de modernización del Km 0+000 al Km 12+000.

En la siguiente tabla se presenta el cadenamamiento cada 100 m del proyecto, a esta se asocia la coordenada UTM.

Tabla II.5. Ubicación del eje principal del Proyecto, se indica cadenamamiento cada 100 m.

Cota	UTM	Geográficas
0+000	16 Q 314787 2121737	N19 10 49.9 W88 45 41.2
0+100	16 Q 314703 2121790	N19 10 51.6 W88 45 44.1
0+200	16 Q 314613 2121835	N19 10 53.0 W88 45 47.2
0+300	16 Q 314525 2121882	N19 10 54.5 W88 45 50.2
0+400	16 Q 314435 2121925	N19 10 55.9 W88 45 53.3

Cota	UTM	Geográficas
0+500	16 Q 314348 2121974	N19 10 57.4 W88 45 56.3
0+600	16 Q 314271 2122038	N19 10 59.5 W88 45 58.9
0+700	16 Q 314193 2122101	N19 11 01.5 W88 46 01.6
0+800	16 Q 314114 2122162	N19 11 03.5 W88 46 04.3
0+900	16 Q 314021 2122192	N19 11 04.4 W88 46 07.5
1+000	16 Q 313922 2122185	N19 11 04.1 W88 46 10.9
1+100	16 Q 313827 2122156	N19 11 03.2 W88 46 14.2
1+200	16 Q 313733 2122179	N19 11 03.9 W88 46 17.4
1+300	16 Q 313624 2122267	N19 11 06.7 W88 46 21.2
1+400	16 Q 313583 2122310	N19 11 08.1 W88 46 22.6
1+500	16 Q 313528 2122393	N19 11 10.8 W88 46 24.5
1+600	16 Q 313476 2122480	N19 11 13.6 W88 46 26.3
1+700	16 Q 313425 2122565	N19 11 16.3 W88 46 28.1
1+800	16 Q 313388 2122658	N19 11 19.3 W88 46 29.4
1+900	16 Q 313369 2122755	N19 11 22.5 W88 46 30.1
2+000	16 Q 313356 2122856	N19 11 25.8 W88 46 30.5
2+100	16 Q 313343 2122955	N19 11 29.0 W88 46 31.0
2+200	16 Q 313329 2123054	N19 11 32.2 W88 46 31.5
2+300	16 Q 313317 2123153	N19 11 35.4 W88 46 32.0
2+400	16 Q 313307 2123252	N19 11 38.6 W88 46 32.3
2+500	16 Q 313297 2123352	N19 11 41.9 W88 46 32.7
2+600	16 Q 313283 2123451	N19 11 45.1 W88 46 33.2
2+700	16 Q 313274 2123550	N19 11 48.3 W88 46 33.6
2+800	16 Q 313259 2123649	N19 11 51.5 W88 46 34.1
2+900	16 Q 313247 2123748	N19 11 54.7 W88 46 34.6
3+000	16 Q 313235 2123848	N19 11 58.0 W88 46 35.0
3+040	16 Q 313227 2123887	Corresponde al Inicio de la zona de Preservación de la ANP
3+100	16 Q 313221 2123947	N19 12 01.2 W88 46 35.5
3+200	16 Q 313207 2124046	N19 12 04.4 W88 46 36.0
3+300	16 Q 313198 2124145	N19 12 07.6 W88 46 36.4
3+400	16 Q 313186 2124245	N19 12 10.9 W88 46 36.8
3+500	16 Q 313175 2124344	N19 12 14.1 W88 46 37.2

Cota	UTM	Geográficas
3+600	16 Q 313163 2124444	N19 12 17.4 W88 46 37.7
3+700	16 Q 313149 2124543	N19 12 20.6 W88 46 38.2
3+800	16 Q 313135 2124662	N19 12 24.4 W88 46 38.7
3+900	16 Q 313126 2124742	N19 12 27.0 W88 46 39.1
4+000	16 Q 313119 2124840	N19 12 30.2 W88 46 39.3
4+100	16 Q 313129 2124940	N19 12 33.5 W88 46 39.0
4+200	16 Q 313153 2125037	N19 12 36.6 W88 46 38.2
4+300	16 Q 313197 2125126	N19 12 39.5 W88 46 36.8
4+400	16 Q 313254 2125208	N19 12 42.2 W88 46 34.8
4+500	16 Q 313320 2125283	N19 12 44.7 W88 46 32.6
4+600	16 Q 313387 2125358	N19 12 47.2 W88 46 30.3
4+700	16 Q 313453 2125433	N19 12 49.6 W88 46 28.1
4+800	16 Q 313519 2125507	N19 12 52.0 W88 46 25.9
4+900	16 Q 313586 2125582	N19 12 54.5 W88 46 23.6
5+000	16 Q 313652 2125657	N19 12 57.0 W88 46 21.4
5+100	16 Q 313718 2125733	N19 12 59.5 W88 46 19.1
5+200	16 Q 313764 2125821	N19 13 02.3 W88 46 17.6
5+300	16 Q 313780 2125919	N19 13 05.5 W88 46 17.1
5+400	16 Q 313794 2126019	N19 13 08.8 W88 46 16.6
5+500	16 Q 313835 2126108	N19 13 11.7 W88 46 15.3
5+600	16 Q 313905 2126181	N19 13 14.1 W88 46 12.9
5+700	16 Q 313981 2126245	N19 13 16.2 W88 46 10.3
5+800	16 Q 314059 2126309	N19 13 18.3 W88 46 07.7
5+900	16 Q 314132 2126377	N19 13 20.5 W88 46 05.2
6+000	16 Q 314199 2126452	N19 13 23.0 W88 46 02.9
6+100	16 Q 314262 2126529	N19 13 25.5 W88 46 00.8
6+200	16 Q 314324 2126607	N19 13 28.1 W88 45 58.7
6+300	16 Q 314388 2126684	N19 13 30.6 W88 45 56.5
6+400	16 Q 314451 2126762	N19 13 33.2 W88 45 54.4
6+500	16 Q 314514 2126840	N19 13 35.7 W88 45 52.3
6+600	16 Q 314572 2126921	N19 13 38.4 W88 45 50.3
6+700	16 Q 314609 2127014	N19 13 41.4 W88 45 49.1
6+800	16 Q 314624 2127113	N19 13 44.6 W88 45 48.6
6+900	16 Q 314623 2127213	N19 13 47.9 W88 45 48.7

Cota	UTM	Geográficas
7+000	16 Q 314626 2127312	N19 13 51.1 W88 45 48.6
7+100	16 Q 314654 2127408	N19 13 54.2 W88 45 47.7
7+200	16 Q 314696 2127499	N19 13 57.2 W88 45 46.3
7+211	16 Q 314713 2127500	Corresponde al Fin de la zona de Preservación de la ANP
7+300	16 Q 314739 2127588	N19 14 00.1 W88 45 44.8
7+400	16 Q 314772 2127683	N19 14 03.2 W88 45 43.7
7+500	16 Q 314786 2127782	N19 14 06.4 W88 45 43.3
7+600	16 Q 314774 2127882	N19 14 09.7 W88 45 43.7
7+700	16 Q 314750 2127978	N19 14 12.8 W88 45 44.6
7+800	16 Q 314727 2128076	N19 14 16.0 W88 45 45.4
7+900	16 Q 314714 2128175	N19 14 19.2 W88 45 45.9
8+000	16 Q 314720 2128275	N19 14 22.5 W88 45 45.7
8+100	16 Q 314738 2128373	N19 14 25.6 W88 45 45.1
8+200	16 Q 314756 2128472	N19 14 28.9 W88 45 44.6
8+300	16 Q 314775 2128570	N19 14 32.1 W88 45 43.9
8+400	16 Q 314804 2128666	N19 14 35.2 W88 45 43.0
8+500	16 Q 314850 2128754	N19 14 38.1 W88 45 41.4
8+600	16 Q 314911 2128833	N19 14 40.7 W88 45 39.4
8+700	16 Q 314983 2128903	N19 14 43.0 W88 45 36.9
8+800	16 Q 315053 2128973	N19 14 45.3 W88 45 34.6
8+900	16 Q 315113 2129053	N19 14 47.9 W88 45 32.5
9+000	16 Q 315159 2129142	N19 14 50.8 W88 45 31.0
9+100	16 Q 315201 2129233	N19 14 53.8 W88 45 29.6
9+200	16 Q 315243 2129323	N19 14 56.7 W88 45 28.2
9+300	16 Q 315300 2129406	N19 14 59.4 W88 45 26.3
9+400	16 Q 315369 2129478	N19 15 01.8 W88 45 23.9
9+500	16 Q 315441 2129547	N19 15 04.1 W88 45 21.5
9+600	16 Q 315512 2129618	N19 15 06.4 W88 45 19.1
9+700	16 Q 315584 2129687	N19 15 08.7 W88 45 16.6
9+800	16 Q 315656 2129757	N19 15 11.0 W88 45 14.2
9+900	16 Q 315728 2129825	N19 15 13.2 W88 45 11.7
10+000	16 Q 315799 2129896	N19 15 15.5 W88 45 09.3

Cota	UTM	Geográficas
10+100	16 Q 315870 2129966	N19 15 17.8 W88 45 06.9
10+200	16 Q 315913 2130057	N19 15 20.8 W88 45 05.5
10+300	16 Q 315923 2130157	N19 15 24.0 W88 45 05.2
10+400	16 Q 315915 2130256	N19 15 27.3 W88 45 05.5
10+500	16 Q 315903 2130355	N19 15 30.5 W88 45 05.9
10+600	16 Q 315873 2130452	N19 15 33.6 W88 45 07.0
10+700	16 Q 315838 2130545	N19 15 36.6 W88 45 08.2
10+800	16 Q 315805 2130639	N19 15 39.7 W88 45 09.4
10+900	16 Q 315770 2130733	N19 15 42.7 W88 45 10.6
11+000	16 Q 315735 2130827	N19 15 45.8 W88 45 11.9
11+100	16 Q 315701 2130921	N19 15 48.8 W88 45 13.1
11+200	16 Q 315667 2131014	N19 15 51.8 W88 45 14.2
11+300	16 Q 315638 2131110	N19 15 54.9 W88 45 15.3
11+400	16 Q 315628 2131210	N19 15 58.2 W88 45 15.7
11+500	16 Q 315617 2131309	N19 16 01.4 W88 45 16.1
11+600	16 Q 315606 2131409	N19 16 04.7 W88 45 16.5
11+700	16 Q 315596 2131508	N19 16 07.9 W88 45 16.8
11+800	16 Q 315586 2131608	N19 16 11.1 W88 45 17.2
11+900	16 Q 315576 2131707	N19 16 14.3 W88 45 17.6
12+000	16 Q 315565 2131807	N19 16 17.6 W88 45 18.0

II.1.3. Inversión requerida

Con base en la información proporcionada por el promovente, el monto total de la inversión para la modernización de 7.83 Km (del Km 0+000 al 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y las actividades de mejoramiento y mantenimiento de 3.72 Km (del Km 3+040 al Km 7+211) es de **\$88,462,466.84 + IVA**. En esta inversión no se tiene incluido los costos por las ejecuciones de las Medidas de Mitigación, Compensación y/o Restauración presentadas en el Capítulo VI del presente estudio de Impacto Ambiental. Los recursos invertidos derivaran de las partidas presupuestales asignadas al promovente por el Gobierno Federal.

Tabla II.6. Costos de Inversión de la obra de modernización.

Conceptos de obra	Importe
Terracerías	\$38,645,000.00

Conceptos de obra	Importe
Obras de drenaje	\$7,455,615.00
Pavimentos	\$41,896,851.84
Señalamiento	\$465,000.00
Costo de obra	
Subtotal	\$88,462,466.84
IVA	\$14,153,994.69
Total	\$102,616,461.53
<small>*Tabulador de precios vigente 16 de noviembre de 2008.</small>	

II.2. Características particulares del proyecto

II.2.1. Descripción general de la obra

La longitud lineal del proyecto es de 12.00 Km, iniciando en el Km 0+000 (UTM 16Q 314787 2121737) municipio de Bacalar y terminando en el Km 12+000 (16Q 315565 2131807) dentro del municipio de José María Morelos. Actualmente la terracería ocupa una superficie de 6.43 Ha desde el Km 0+000 hasta el Km 12+000.

En concordancia con las especificaciones geométricas del proyecto modernizado (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000), la corona de este camino ocupara 5.313 Ha y corresponden a las actividades de ampliación y rectificación para una longitud de 7.83 Km. Para el caso del mejoramiento de los 4.17 Km (del Km 3+040 al Km 7+211 que incide en la Subzona de Preservación de la ANP Bala'an Ka'ax) no sera necesaria la apertura de línea de ceros. Los tramos en desuso equivalen a 2.73 Ha y serán rehabilitados a través de la ejecución de un programa de restauración de suelos y reforestación con especies nativa.

Tabla II.7. Usos de Suelo y Vegetación por sección del proyecto; se indica la superficie con y sin proyecto. En verde se indican los sitios que serán sujetos a rectificación. En gris la sección del camino que será sujeta a mejoramiento y mantenimiento de acuerdo a lo que establece el PM de la ANP Bala'an K'aax.

Inicio	Final	Uso de Suelo Actual	Longitud	Actual	Modernizado
0+000	0+540	Asentamientos Humanos	540.000	0.3780 Ha	0.3780 Ha
0+540	0+800	Vegetación secundaria	260.000	0.1456 Ha	0.1820 Ha
0+800	1+000	SMSP perturbada	200.000	0.0000 Ha	0.1400 Ha
1+000	1+100	SMSP perturbada	100.000	0.0560 Ha	0.0700 Ha
1+100	1+180	Agrícola	80.000	0.0448 Ha	0.0560 Ha

Inicio	Final	Uso de Suelo Actual	Longitud	Actual	Modernizado
1+180	1+220	SMSP perturbada	40.000	0.0224 Ha	0.0280 Ha
1+220	1+360	Vegetación secundaria	140.000	0.0784 Ha	0.0980 Ha
1+360	1+440	SMSP perturbada	80.000	0.0448 Ha	0.0560 Ha
1+440	1+500	Vegetación secundaria	60.000	0.0336 Ha	0.0420 Ha
1+500	1+560	SMSP perturbada	60.000	0.0336 Ha	0.0420 Ha
1+560	1+600	Vegetación secundaria	40.000	0.0224 Ha	0.0280 Ha
1+600	1+700	SMSP perturbada	100.000	0.0560 Ha	0.0700 Ha
1+700	1+800	SMSP conservada	100.000	0.0560 Ha	0.0700 Ha
1+800	1+920	SBC inundable conservada	120.000	0.0000 Ha	0.0840 Ha
1+920	2+100	SBC inundable conservada	180.000	0.0000 Ha	0.1260 Ha
2+100	2+120	SBC inundable conservada	20.000	0.0064 Ha	0.0140 Ha
2+120	2+400	SBC inundable conservada	280.000	0.0000 Ha	0.1960 Ha
2+400	2+460	SBC inundable conservada	60.000	0.0180 Ha	0.0420 Ha
2+460	2+680	SBC inundable conservada	220.000	0.0000 Ha	0.1540 Ha
2+680	2+980	SMSP conservada	300.000	0.0000 Ha	0.2100 Ha
2+980	3+040	SMSP conservada	60.000	0.0360 Ha	0.0420 Ha
Inicio Subzona de Preservacion de la ANP					
3+040	3+160	SMSP conservada	120.000	0.0750 Ha	0.0750 Ha
3+160	3+340	Vegetación secundaria	180.000	0.1125 Ha	0.1125 Ha
3+340	3+440	SMSP conservada	100.000	0.0625 Ha	0.0625 Ha
3+440	3+460	SMSP conservada	20.000	0.0125 Ha	0.0125 Ha
3+460	3+520	SBC inundable conservada	60.000	0.0375 Ha	0.0375 Ha
3+520	3+820	SBC inundable conservada	300.000	0.1875 Ha	0.1875 Ha
3+820	3+840	SBC inundable conservada	20.000	0.0125 Ha	0.0125 Ha

Inicio	Final	Uso de Suelo Actual	Longitud	Actual	Modernizado
3+840	5+250	SBC inundable conservada	1410.000	0.8813 Ha	0.8813 Ha
5+250	5+360	SBC inundable perturbada	110.000	0.0688 Ha	0.0688 Ha
5+360	5+380	SBC inundable perturbada	20.000	0.0125 Ha	0.0125 Ha
5+380	5+440	SBC inundable perturbada	60.000	0.0375 Ha	0.0375 Ha
5+440	5+460	SBC inundable perturbada	20.000	0.0125 Ha	0.0125 Ha
5+460	6+120	SBC inundable perturbada	660.000	0.4125 Ha	0.4125 Ha
6+120	6+140	SBC inundable perturbada	20.000	0.0125 Ha	0.0125 Ha
6+140	6+160	SBC inundable perturbada	20.000	0.0125 Ha	0.0125 Ha
6+160	6+620	SBC inundable conservada	460.000	0.2875 Ha	0.2875 Ha
6+620	6+660	SBC inundable perturbada	300.000	0.1875 Ha	0.1875 Ha
6+660	6+780	Vegetación secundaria	120.000	0.0750 Ha	0.0750 Ha
6+780	6+900	Asentamientos Humanos	120.000	0.0750 Ha	0.0750 Ha
6+900	6+960	Asentamientos Humanos	60.000	0.0375 Ha	0.0375 Ha
6+960	7+211	SMSP perturbada	190.000	0.1188 Ha	0.1188 Ha
Termina Subzona de Preservación de ANP					
7+150	7+480	SMSP perturbada	330.000	0.0000 Ha	0.231 Ha
7+480	7+720	SBC inundable perturbada	240.000	0.0000 Ha	0.168 Ha
7+720	7+760	Vegetación secundaria	40.000	0.0000 Ha	0.028 Ha
7+760	7+780	Vegetación secundaria	20.000	0.0070 Ha	0.014 Ha
7+780	8+020	Vegetación secundaria	240.000	0.0000 Ha	0.168 Ha
8+020	8+060	Vegetación secundaria	40.000	0.0140 Ha	0.028 Ha

Inicio	Final	Uso de Suelo Actual	Longitud	Actual	Modernizado
8+060	8+080	Vegetación secundaria	20.000	0.0000 Ha	0.014 Ha
8+080	8+320	SMSP perturbada	240.000	0.0000 Ha	0.168 Ha
8+320	8+420	SMSP perturbada	100.000	0.0350 Ha	0.07 Ha
8+420	8+440	Vegetación secundaria	20.000	0.0070 Ha	0.014 Ha
8+440	8+520	Vegetación secundaria	80.000	0.0000 Ha	0.056 Ha
8+520	8+580	Vegetación secundaria	60.000	0.0210 Ha	0.042 Ha
8+580	9+300	Vegetación secundaria	720.000	0.0000 Ha	0.504 Ha
9+300	9+460	SBC inundable perturbada	160.000	0.0000 Ha	0.112 Ha
9+460	9+700	SMSP perturbada	240.000	0.0000 Ha	0.168 Ha
9+700	9+960	Vegetación secundaria	260.000	0.0000 Ha	0.182 Ha
9+960	10+300	SMSP perturbada	40.000	0.0000 Ha	0.028 Ha
10+300	10+320	SMSP perturbada	20.000	0.0140 Ha	0.014 Ha
10+320	10+440	Vegetación secundaria	120.000	0.0840 Ha	0.084 Ha
10+440	11+020	SMSP perturbada	580.000	0.4060 Ha	0.406 Ha
11+020	11+600	Vegetación secundaria	580.000	0.4060 Ha	0.406 Ha
11+600	11+960	SMSP perturbada	360.000	0.2520 Ha	0.252 Ha
11+960	12+000	Vegetación secundaria	40.000	0.0280 Ha	0.028 Ha
Superficie de afectación del Proyecto Modernizado y Mejorado					8.0443 Ha

Como se indicó en párrafos anteriores, el proyecto contempla la modernización y el mejoramiento de una vialidad existente (terracería que no cuenta con especificaciones técnicas de acuerdo a la SCT) y en la que serán afectadas un total de 2.96 Ha de vegetación forestal (correspondientes a los trabajos de ampliación y rectificaciones del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000), para ello será necesaria el derribo de un total de 1,758 ejemplares arbóreos pertenecientes a 11 especies y 6 familias. En los siguientes incisos se enlistan las principales etapas del proyecto:

- a) Preparación del sitio, que consiste en desmontar (árboles y arbustos) y despallar (remoción de materia orgánica, además de la compensación de terracerías, que es

la realización de cortes y la construcción de terraplenes para obtener la sub-rasante donde se construirá posteriormente en pavimento.

- b) Construcción, que consiste en colocar las capas de pavimento en el terreno; tendido de subrasante, bases y carpeta asfáltica; construcción de obras de drenaje; y señalización. El cuerpo del terraplén se construirá primero y quedará conformada la sub-rasante por lo que quedará por encima del terreno natural. En cuanto a la estructura de terracerías y pavimento serán construidas de acuerdo al proyecto geométrico y en base a las Normas de construcción de la SCT.
- c) Mantenimiento: Limpieza de carpeta asfáltica, obras de drenaje, área central y derecho de vía; instalación y/o cambio de señalamiento y pintura; y cada que se requiera un re-encarpetado o bacheo. En cuanto a la estructura de terracerías y pavimento serán construidas de acuerdo a las Normas de construcción de la SCT.

Como parte del funcionamiento hidráulico superficial de la obra, la calzada se construirá con una pendiente transversal, hacia ambos lados del eje de la vía del 2% máximo, lo cual, corresponde al bombeo. Para encauzar o librar los escurrimientos naturales que cruza el eje del trazo se proyecta la construcción de 39 obras de drenaje menor (losas de concreto armado), así como cunetas y lavaderos.

Tabla II.8. Ubicación de las obras de drenaje proyectadas

Km	UTM	Tipo de obra actual	Tipo de obra c/proyecto
0+121	16 Q 314685 2121798	Sin obra	Losa de 2.00 m X 1.00 m
0+321	16 Q 314503 2121888	Sin obra	Losa de 2.00 m X 1.00 m
0+605	16 Q 314269 2122036	Sin obra	Losa de 2.00 m X 1.00 m
1+135	16 Q 313793 2122151	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m
1+262	16 Q 313684 2122214	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m
1+925	16 Q 313365 2122775	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m
2+170	16 Q 313335 2123021	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m
2+425	16 Q 313308 2123274	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m
2+675	16 Q 313274 2123522	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m
2+925	16 Q 313244 2123769	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m
Km 3+040 Inicio de Subzona de Preservación de ANP			
3+325	16 Q 313192 2124165	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m
3+570	16 Q 313166 2124411	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m
3+825	16 Q 313135 2124663	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m
4+075	16 Q 313125 2124893	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m
4+325	16 Q 313210 2125144	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m
4+575	16 Q 313369 2125336	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m
4+825	16 Q 313535 2125523	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m
5+075	16 Q 313701 2125710	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m

Km	UTM	Tipo de obra actual	Tipo de obra c/proyecto
5+325	16 Q 313782 2125940	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m
5+575	16 Q 313888 2126161	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m
5+825	16 Q 314076 2126319	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m
6+075	16 Q 314246 2126507	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m
6+325	16 Q 314403 2126700	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m
6+575	16 Q 314562 2126896	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m
6+995	16 Q 314625 2127307	Sin obra	Losa de 2.00 m X 1.00 m
Km 7+211 Fin de Subzona de Preservación de ANP			
7+530	16 Q 314786 2127811	Sin obra	Losa de 2.00 m X 1.00 m
7+670	16 Q 314756 2127949	Sin obra	Losa de 2.00 m X 1.00 m
7+970	16 Q 314717 2128241	Sin obra	Losa de 2.00 m X 1.00 m
8+585	16 Q 314903 2128823	Sin obra	Losa de 2.00 m X 1.00 m
8+835	16 Q 315076 2128994	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m
9+085	16 Q 315192 2129215	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m
9+335	16 Q 315322 2129428	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m
9+805	16 Q 315659 2129755	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m
10+230	16 Q 315918 2130085	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m
10+645	16 Q 315858 2130490	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m
10+765	16 Q 315817 2130602	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m
11+005	16 Q 315735 2130827	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m
11+362	16 Q 315632 2131169	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m
11+601	16 Q 315604 2131407	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m

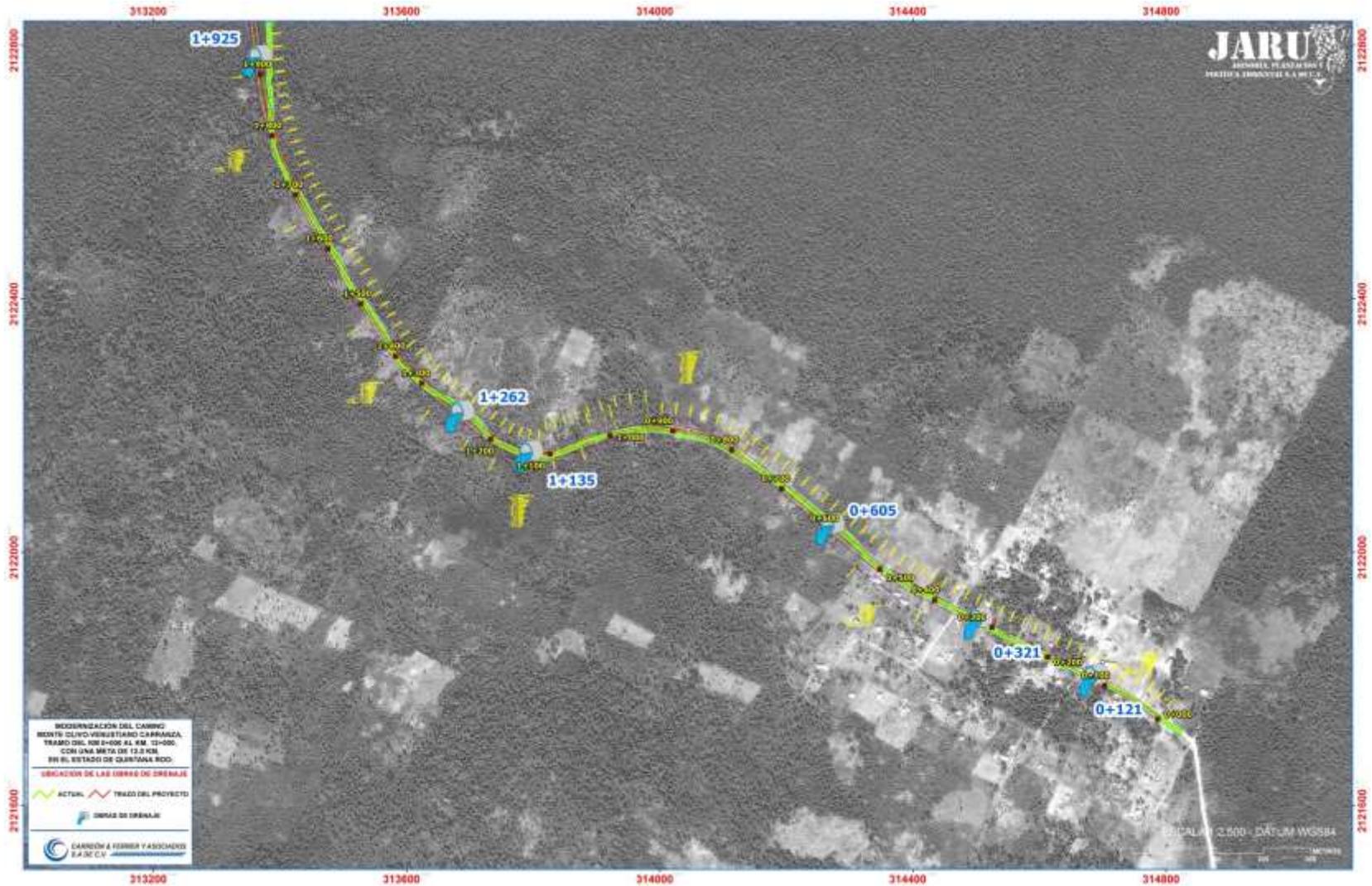


Figura II.2. Ubicación de las obras de drenaje presentes entre los Km 0+000 al Km 1+925.

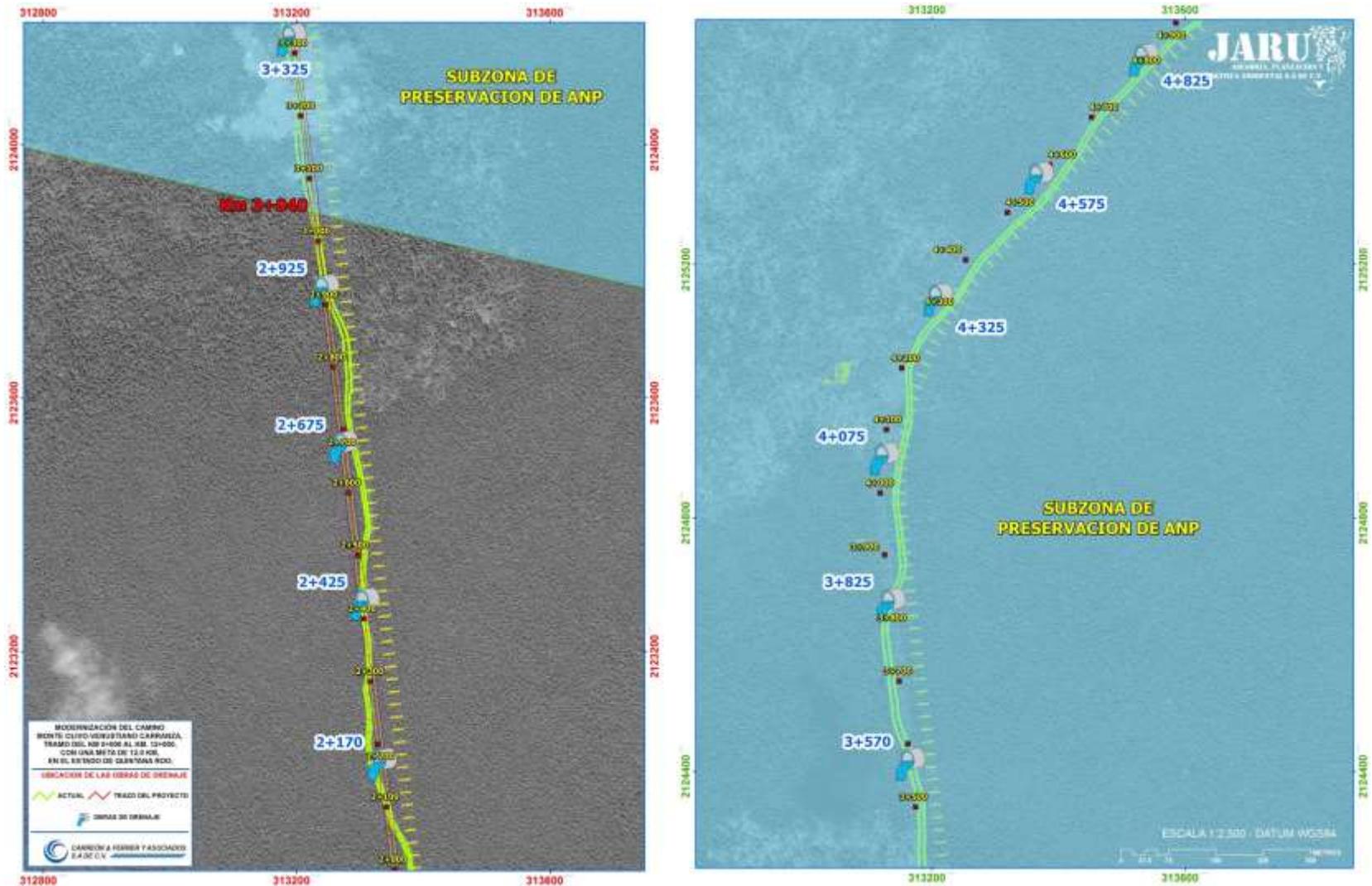


Figura II.3. Ubicación de las obras de drenaje presentes entre los Km 2+000 al Km 4+825.

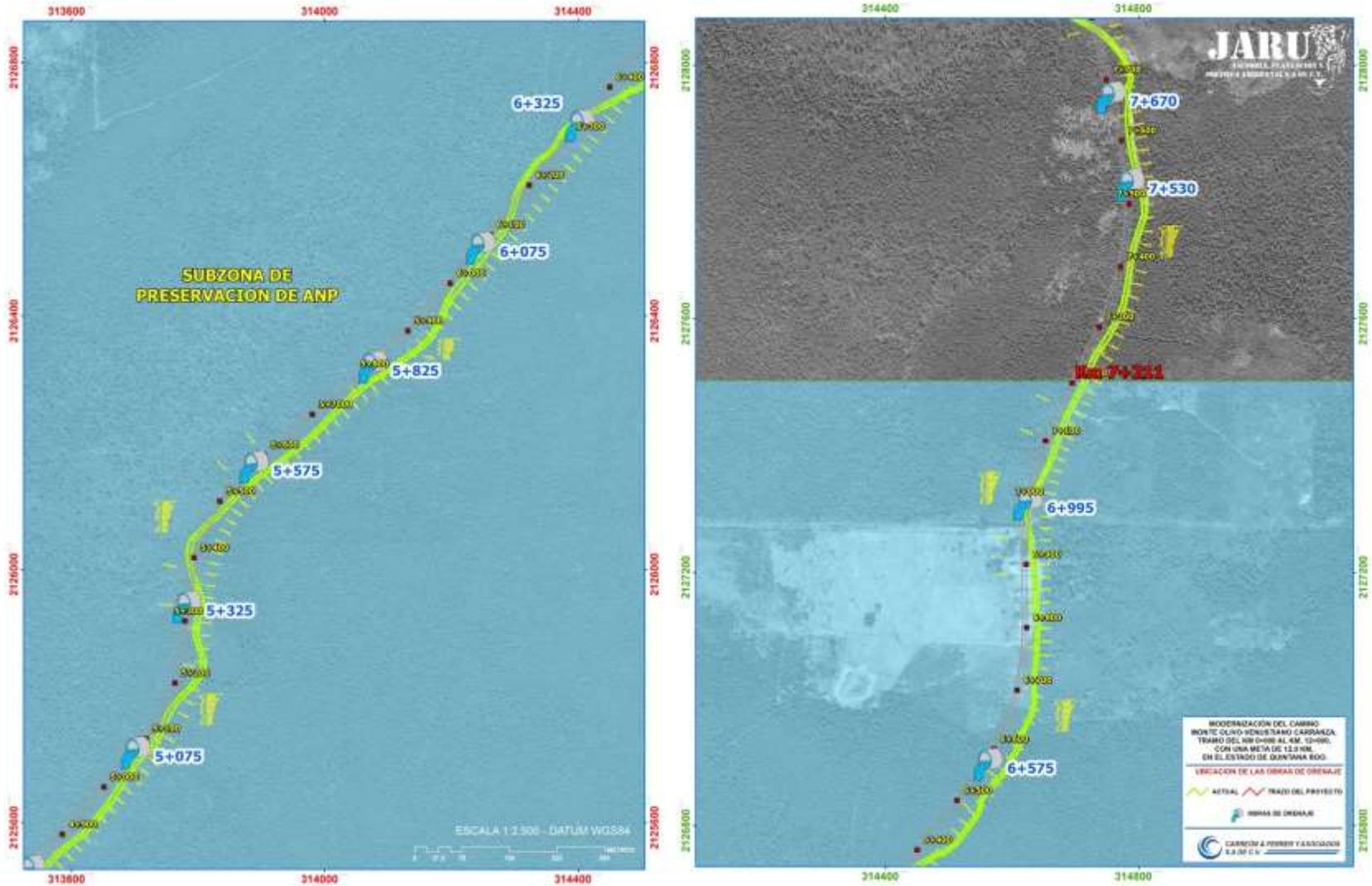


Figura II.4. Ubicación de las obras de drenaje presentes entre los Km 4+900 al Km 7+670.

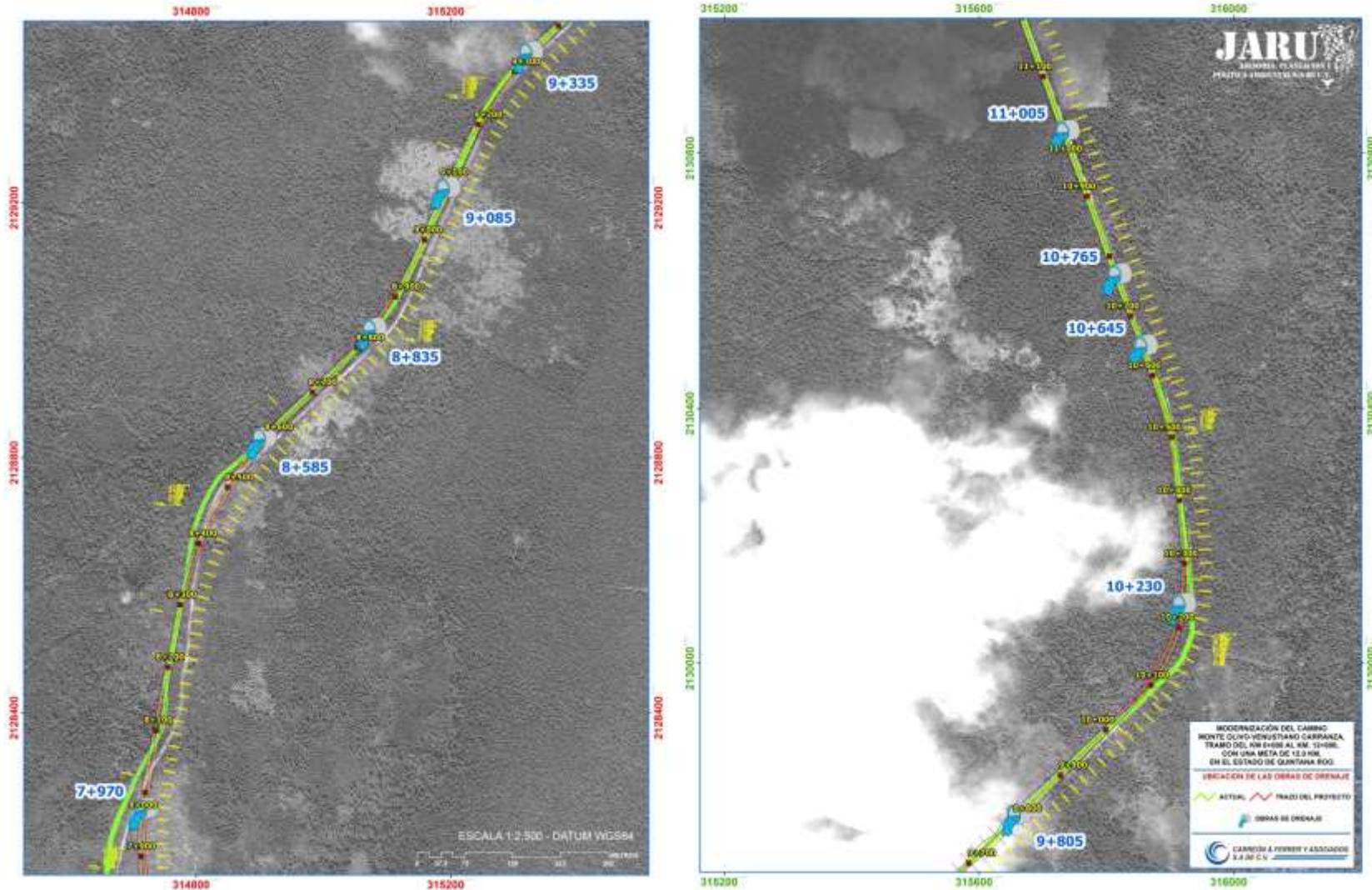


Figura II.5. Ubicación de las obras de drenaje presentes entre los Km 7+900 al Km 11+000.

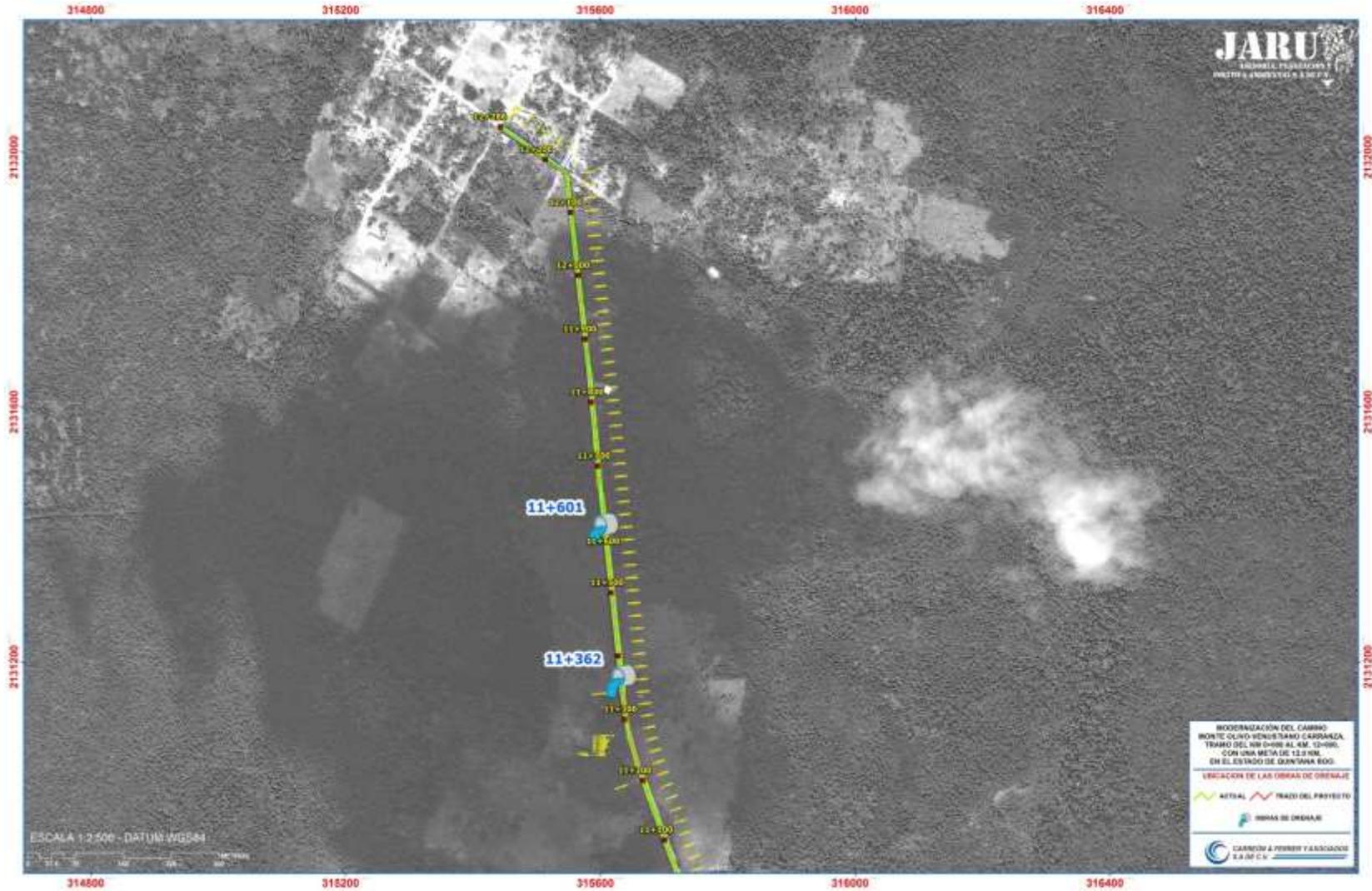


Figura II.6. Ubicación de las obras de drenaje presentes entre los Km 11+100 al Km 12+000.

II.2.1.1. Programa gráfico general de trabajo

Las actividades de construcción, adecuación y rehabilitación del proyecto tendrán un periodo de ejecución de 24 meses de acuerdo al siguiente cronograma, en este se indican las principales actividades a ejecutar. Sin embargo se requiere que la autorización en materia de impacto ambiental sea por un periodo de 5 años, debido a que el promovente deberá ejecutar diversos procesos (obtención de recursos, licitación de obra, adjudicación, permisos, etc).

Tabla II.9. Cronograma de Trabajo.

Actividades de Obra	Etapa previa a la construcción	Periodo de preparación y construcción						Operación, Mantenimiento y Seguimiento	
	1 – 3 años	2 meses	4 meses	8 meses	12 meses	18 meses	24 meses	1 año	Indeterminado
Etapa previa		Construcción del proyecto							
Trabajos preliminares a la ejecución de la obra: Obtención de recursos, permisos, licitación de obra, adjudicación de obra, lineamientos construcción, etc.	100.00 %								
Estrategia de difusión 1: Generación y Promoción de empleo temporal Medida de prevención 1: Programa de Gestión y Supervisión Ambiental Medida de Prevención 2: Estadía en el sitio del proyecto; incluye directrices de operación para el personal así como subprograma de mantenimiento para la reducción de emisiones a la atmósfera, emisión de polvos y control de los niveles de ruidos Medida de prevención 3: Lineamientos para los procesos de Desmonte y despalme. Medida de Prevención 4: Programa de supervisión y manejo de Residuos Sólidos Urbanos y Residuos Peligrosos. Medida de Prevención 5: Adecuación de pasos de Fauna. Medida de Mitigación 1: Programa de recolección de germoplasma. Medida de Mitigación 2: Programa de Rescate y Reubicación Fauna.				100.00%					
Desmonte, P.U.O.T.		22.08%	40.26%	37.66%					
Despalme, P.U.O.T.		22.08%	40.26%	37.66%					
Cortes, p.u.o.t.		22.08%	40.26%	37.66%					
Excavaciones para estructuras, P.U.O.T.		22.08%	40.26%	37.66%					
Compactación del terreno natural		22.08%	40.26%	37.66%					
Tendido, conformación y compactación		22.08%	40.26%	37.66%					
Formación de la capa subrasante		22.08%	40.26%	37.66%					
Rellenos, P.U.O.T.		22.08%	40.26%	37.66%					
		Preliminares							
Demoliciones, de concreto hidráulico		56.67%	43.33%						
Demoliciones, de mampostería P.U.O.T.		56.67%	43.33%						
Desmantelamiento de señales existentes		56.67%	43.33%						

Actividades de Obra	Etapa previa a la construcción	Periodo de preparación y construcción						Operación, Mantenimiento y Seguimiento	
	1 - 3 años	2 meses	4 meses	8 meses	12 meses	18 meses	24 meses	1 año	Indeterminado
Desmantelamiento de defensa metálica		56.67%	43.33%						
Estructura y obras de drenaje									
Mamposterías de tercera clase junteado		22.08%	40.26%	37.66%					
Zampeados junteados con mortero de		22.08%	40.26%	37.66%					
Concreto hidráulico de f'c= 100 kg/cm ² ,		22.08%	40.26%	37.66%					
Concreto hidráulico de f'c= 200 kg/cm ² ,		22.08%	40.26%	37.66%					
Acero para concreto hidráulico, p.u.o.t.		22.08%	40.26%	37.66%					
Obras complementarias									
Bordillos de concreto hidráulico de f'c=150						50.00%	50.00%		
Cunetas de concreto f'c=150 kg/cm ²						50.00%	50.00%		
Cercado de derecho de via con seis (6)						50.00%	50.00%		
Pavimentos									
Recuperación de pavimento P.U.O.T.				8.00%	31.00%	30.00%	31.00%		
Subbase compactada al 100%, P.U.O.T.				8.00%	31.00%	30.00%	31.00%		
Base compactada al 100%, P.U.O.T.				8.00%	31.00%	30.00%	31.00%		
Riego de impregnación con emulsión				8.00%	31.00%	30.00%	31.00%		
Carpeta asfáltica construida con mezcla				8.00%	31.00%	30.00%	31.00%		
Fresado del pavimento P.U.O.T				8.00%	31.00%	30.00%	31.00%		
Señalamiento									
Marcas en el pavimento, raya central		10.00%	18.24%	17.65%	18.24%	17.65%	18.22%		
Marcas en el pavimento, rayas a las		100.00%							
Marcas en el pavimento, adyacentes a la		10.00%	18.24%	17.65%	18.24%	17.65%	18.22%		
Defensa metálica de lámina galvanizada		10.00%	18.24%	17.65%	18.24%	17.65%	18.22%		
Violetas reflejantes de 10 x 10 x 1.90		10.00%	18.24%	17.65%	18.24%	17.65%	18.22%		
Señales verticales bajas, P.U.O.T.		10.00%	18.24%	17.65%	18.24%	17.65%	18.22%		
Señales verticales bajas, P.U.O.T. OD-5		100.00%							
Señales verticales bajas, P.U.O.T. OD-6		10.00%	18.24%	17.65%	18.24%	17.65%	18.22%		
Señales verticales bajas, P.U.O.T. SID		100.00%							
Señales verticales bajas, P.U.O.T. SP		10.00%	18.24%	17.65%	18.24%	17.65%	18.22%		
Señales verticales bajas, P.U.O.T. SR		10.00%	18.24%	17.65%	18.24%	17.65%	18.22%		
Señalamientos y dispositivos		10.00%	18.24%	17.65%	18.24%	17.65%	18.22%		
Control de calidad de los materiales		10.00%	18.24%	17.65%	18.24%	17.65%	18.22%		
Medida de Compensación 1: Restauración ambiental						50.00%	50.00%	SEGUIMIENTO 3 AÑOS.	

II.2.2. Preparación del sitio

Antes de iniciar los trabajos descritos en el presente punto, en los cuales entrará en acción la maquinaria pesada, es necesario que se implementen brigadas de campo para la identificación y marcación de las obras comunes y especiales, señalándolas con marcas de cal o pintura, según sea el caso, a efecto de que se determine cuáles obras deberán tratarse de forma manual, así como aquellas que serán efectuadas por la constructora ejecutora y por los propietarios de las instalaciones, esto con la finalidad de que se advierta a los operadores de maquinaria pesada las precauciones a seguir, toda vez que el daño que se ocasione a dichas instalaciones, será reparado con un cargo adicional y pagado por lo responsables, sólo serán motivo de pago, aquellos trabajos de reubicación y/o demolición señalados en el catálogo de conceptos.

Obras inducidas comunes

A continuación se mencionan cuáles son las obras inducidas comunes:

1. Desmonte y/o Derribo
2. Limpieza
3. Trazo
4. Nivelación
5. Excavación con medios mecánicos para alojar estructura
6. Acarreos de Material
7. Construcción de Subestructura
8. Construcción de Superestructura
9. Construcción de Accesos
10. Señalización
11. Actividades de Compensación y Mitigación

Derribo de arbolado

Se desmontaran un total de 1,758 ejemplares arbóreos pertenecientes a 11 especies y 6 familias. De acuerdo a los datos tomados en campo, la altura promedio de los ejemplares arbóreos oscila entre 2.60 m y 7.42 m; con diámetros variables¹. Las actividades de desmonte solo se realizaran en las superficies presentes entre los Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000. La Subzona de Preservación de la ANP Bala'an Ka'ax no será afectada por el desarrollo de las obras.

Tabla II.10. Número de ejemplares por especie que serán afectados por los trabajos de desmonte.

Familia	Especie	N. Común	No Individuos
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechén	288
Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Cocotero	13
	<i>Sabal yapa</i>	Palma de Guano	182

¹ El promedio del diámetro de los árboles evaluados es de 17 cm, y su altura 7.42 m.

Familia	Especie	N. Común	No Individuos
	<i>Thrinax radiata</i>	Palma Chit	14
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chaká	134
Fabaceae	<i>Lonchocarpus castilloi</i>	Machich	26
	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	351
	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	45
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	345
	<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba	123
Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i>	Guarumbo	237
Total ejemplares			1,758

Del total de las especies que serán afectadas durante el desmante, se identificó que *Thrinax radiata* y *Cedrela odorata* presentan estado de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, la primera está catalogada bajo el estatus Amenazada (14 ejemplares afectados) y la segunda bajo estatus de Protección especial (345 ejemplares afectados).



Figura II.7. Levantamiento de datos de árboles, arbustos, herbáceas y epifitas en la línea de ceros del proyecto.

En la siguiente tabla se presenta la afectación por especie y número de ejemplares de acuerdo al cadenamamiento del proyecto.

Tabla II.11. Número de ejemplares por especies identificados en los sitios donde será necesaria la ejecución del desmonte por la modernización del proyecto.

Km Inicio	Km Fin	Familia	Nombre común	Nombre científico	No Individuos
0+000	0+500	Urticaceae	Guarumbo	<i>Cecropia peltata</i>	10
		Meliaceae	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	6
		Fabaceae	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	19
		Arecaceae	Cocotero	<i>Cocos nucifera</i>	10
		Arecaceae	Palma de Guano	<i>Sabal yapa</i>	10
0+500	1+000	Burseraceae	Chaká	<i>Bursera simaruba</i>	15
		Arecaceae	Palma de Guano	<i>Sabal yapa</i>	6
		Meliaceae	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	13
		Meliaceae	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	14
		Urticaceae	Guarumbo	<i>Cecropia peltata</i>	10
		Anacardiaceae	Chechén	<i>Metopium brownei</i>	21
1+000	1+500	Burseraceae	Chaká	<i>Bursera simaruba</i>	18
		Urticaceae	Guarumbo	<i>Cecropia peltata</i>	19
		Arecaceae	Palma de Guano	<i>Sabal yapa</i>	14
		Fabaceae	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	22
		Anacardiaceae	Chechén	<i>Metopium brownei</i>	10
1+500	2+000	Meliaceae	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	51
		Fabaceae	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	42
		Urticaceae	Guarumbo	<i>Cecropia peltata</i>	37
		Anacardiaceae	Chechén	<i>Metopium brownei</i>	34
2+000	2+500	Arecaceae	Palma de Guano	<i>Sabal yapa</i>	14
		Fabaceae	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	42
		Meliaceae	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	39
		Urticaceae	Guarumbo	<i>Cecropia peltata</i>	21
2+500	3+000	Anacardiaceae	Chechén	<i>Metopium brownei</i>	30
		Arecaceae	Palma de Guano	<i>Sabal yapa</i>	16
		Burseraceae	Chaká	<i>Bursera simaruba</i>	18
		Fabaceae	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	33
		Urticaceae	Guarumbo	<i>Cecropia peltata</i>	30
3+000	3+040	Anacardiaceae	Chechén	<i>Metopium brownei</i>	91

Km Inicio	Km Fin	Familia	Nombre común	Nombre científico	No Individuos
		Arecaceae	Palma de Guano	<i>Sabal yapa</i>	16
		Fabaceae	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	24
		Meliaceae	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	27
		Urticaceae	Guarumbo	<i>Cecropia peltata</i>	21
Km 3+040 al Km 7+211 Subzona de Preservación de ANP Bala'an Ka'ax (SIN AFECTACIÓN)					
7+211	7+500	Arecaceae	Palma de Guano	<i>Sabal yapa</i>	31
		Fabaceae	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	17
		Fabaceae	Jabín	<i>Piscidia piscipula</i>	4
		Meliaceae	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	18
		Urticaceae	Guarumbo	<i>Cecropia peltata</i>	21
7+500	8+000	Fabaceae	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	18
		Meliaceae	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	21
		Meliaceae	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	22
		Urticaceae	Guarumbo	<i>Cecropia peltata</i>	10
8+000	8+500	Burseraceae	Chaká	<i>Bursera simaruba</i>	10
		Fabaceae	Jabín	<i>Piscidia piscipula</i>	14
		Meliaceae	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	11
		Meliaceae	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	17
8+500	9+000	Anacardiaceae	Chechén	<i>Metopium brownei</i>	38
		Burseraceae	Chaká	<i>Bursera simaruba</i>	14
		Fabaceae	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	25
		Meliaceae	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	31
9+000	9+500	Anacardiaceae	Chechén	<i>Metopium brownei</i>	38
		Burseraceae	Chaká	<i>Bursera simaruba</i>	17
		Fabaceae	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	25
		Meliaceae	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	14
		Urticaceae	Guarumbo	<i>Cecropia peltata</i>	17
9+500	10+000	Arecaceae	Palma de Guano	<i>Sabal yapa</i>	16
		Burseraceae	Chaká	<i>Bursera simaruba</i>	6
		Fabaceae	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	28

Km Inicio	Km Fin	Familia	Nombre común	Nombre científico	No Individuos
		Meliaceae	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	31
		Urticaceae	Guarumbo	<i>Cecropia peltata</i>	41
10+000	10+500	Anacardiaceae	Chechén	<i>Metopium brownei</i>	26
		Arecaceae	Palma de Guano	<i>Sabal yapa</i>	10
		Burseraceae	Chaká	<i>Bursera simaruba</i>	22
		Fabaceae	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	14
		Meliaceae	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	47
		Meliaceae	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	29
10+500	11+000	Arecaceae	Palma de Guano	<i>Sabal yapa</i>	14
		Arecaceae	Palma Chit	<i>Thrinax radiata</i>	10
		Fabaceae	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	26
		Fabaceae	Machich	<i>Lonchocarpus castilloi</i>	4
		Meliaceae	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	6
		Meliaceae	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	26
11+000	11+500	Arecaceae	Palma de Guano	<i>Sabal yapa</i>	10
		Arecaceae	Palma Chit	<i>Thrinax radiata</i>	4
		Burseraceae	Chaká	<i>Bursera simaruba</i>	4
		Fabaceae	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	16
		Fabaceae	Jabín	<i>Piscidia piscipula</i>	6
		Fabaceae	Machich	<i>Lonchocarpus castilloi</i>	6
		Meliaceae	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	6
		Meliaceae	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	22
11+500	12+000	Arecaceae	Palma de Guano	<i>Sabal yapa</i>	25
		Burseraceae	Chaká	<i>Bursera simaruba</i>	10
		Fabaceae	Jabín	<i>Piscidia piscipula</i>	21
		Fabaceae	Machich	<i>Lonchocarpus castilloi</i>	16
		Arecaceae	Cocotero	<i>Cocos nucifera</i>	3
		Meliaceae	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	17

Despalme

Antes de iniciar con los trabajos de modernización (del Km 0+000 al Km 3+040 y del 7+211 al Km 12+000) y mejoramiento de la terracería (del Km 3+040 al Km 7+211), será necesaria una limpieza del terreno natural, básicamente la eliminación del material orgánico, incluida la vegetación natural, fase que se denomina despalme cuando se refiere a la eliminación de una capa superficial de terreno, incluidos los matorrales y hierbas. Se estima que durante los trabajos de despalme se muevan cerca 4,434.90 m³ de material.



Figura II.8. Vista general de las áreas de despalme del proyecto, se puede observar la dominancia de especies herbáceas.

Para ello, se delimitará mediante marcas la zona a despalmar según lo indicado en el proyecto geométrico, que por lo general corresponde a las áreas donde se desplantarán terraplenes y realizarán cortes, (franja entre “ceros” de proyecto). Se despalmará el área de desplante de los terraplenes y el área donde se realizarán cortes, desalojando la capa superficial del terreno natural (capa vegetal), para eliminar el material que se considere inadecuado para la construcción de las terracerías.



Figura II.9. Algunas de las especies herbáceas presentes en el sitio del proyecto.

Durante las actividades de despalme se cuantificó la afectación de 8 especies de arbustivas, mismas que pertenecen a 6 familias. Por otro lado en lo que respecta a especies del estrato herbáceo y epifitas tenemos que se afectaran un total de 13 especies pertenecientes a 11 Familias (*Pteridium aquilinum*, *Cladium jamaicense*, *Viguiera dentata*, *Mimosa púdica*, *Hamelia patens*, *Zexmenia frutescens*, *Tillandsia elongata*, *Arrabidaea floribunda*, *Cnidocolus souzae*, *Strophocactus testudo*, *Croton flaves*, *Opuntia sp.* y *Zamia loddigesii*) donde *Pteridium aquilinum* sera la especie de este estrato más afectada ya que se registró en el 37.15% de la superficie sujeta a despalme, seguida de *Cladium jamaicense* con el 23.95%, *Viguiera dentata* con el 15.41% y *Mimosa púdica* con el 13.71%, el resto de las especies presentan una cobertura menor del 3.00% de la superficie sujeta a despalmarse.

De las especies arbustivas y herbáceas sujetas a despalme se identificó que *Thrinax radiata* (A), *Tillandsia elongata* (A), *Zamia loddigesii* (A) y *Cedrela odorata* (Pr) presentan estado de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, las primeras tres están catalogadas bajo el estatus Amenazada y la cuarta bajo estatus de Protección especial.

Cortes y relleno

Son las excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural, en ampliación de taludes, en rebajes o terraplenes existentes y en derrumbes, con objeto de preparar y formar la sección de la obra, de acuerdo con lo indicado en el proyecto; esto en concordancia con lo señalado en el proyecto geométrico.

En los sub-tramos, anchos y espesores señalados en el proyecto geométrico, una vez realizados los despalmes, se procederá a efectuar los cortes necesarios para encontrar los niveles de desplante de las terracerías, efectuándose de acuerdo con las líneas y taludes de proyecto, permitiéndose siempre el drenaje natural; el material producto de los cortes del terreno natural realizados en todo el camino, deberá ser revisado por el laboratorio de la supervisión de obra, a efecto de determinar si se desperdicia o se utiliza en la construcción de las terracerías, en caso de desperdiciarse, será a tiro de desperdicio en bancos autorizados. Para considerar terminado un corte, y proceder a otra actividad, se verificará:

1. Que se haya efectuado el despalme en aquellos sitios donde el material producto del corte sea destinado a formar terraplenes, y que el material producto del despalme se haya colocado en el sitio indicado y autorizado.
2. Que los cortes se hayan efectuado de acuerdo con el alineamiento, perfil y sección en su forma, anchura y acabado.
3. Que la excavación haya sido efectuada hasta la línea de proyecto con una tolerancia de \pm diez (10) centímetros en el fondo de la excavación.
4. Que no existan salientes de acuerdo con la línea de proyecto de más de cincuenta (50) centímetros, y que los taludes queden correctamente amacizados.
5. Que el material sobrante de los cortes se haya depositado en el sitio y forma que indique la supervisión de obra.

Escalones de liga

Son las excavaciones en el terreno natural o en el cuerpo de terraplenes existentes cuya pendiente transversal exceda de veinticinco (25) por ciento, con objeto de proporcionar un apoyo al material que se colocará para formar terraplenes nuevos o ampliar terraplenes construidos. En los sub-tramos, anchos y espesores señalados en el proyecto geométrico, una vez realizados los despalmes, se procederá a efectuar los cortes horizontales que forman los escalones sobre los taludes. Para el caso de la formación de terraplenes nuevos se construirán en forma interrumpida a lo largo de la ladera, es decir, el piso de un escalón superior no corresponde con el corte vertical del escalón inferior que le sigue, existiendo un espacio entre ambos de hasta dos punto cinco (2.50) metros, o lo que indique el proyecto. Los escalones tendrán un ancho de dos punto cinco (2.50) metros y una altura de hasta cincuenta (50) centímetros, salvo los espesores de liga en estructuras de pavimento en ampliación. Para el caso de la ampliación de terraplenes, los escalones de liga serán continuos, es decir, el piso de un escalón superior termina sobre el corte vertical del escalón inferior que le sigue, y tendrán un ancho de dos punto cinco (2.50) metros y una altura igual al espesor de la capa de terraplén que se trate, que generalmente es de 20 cm.

Compactación del terreno natural en el área de desplante de los terraplenes y en la cama de los cortes.

En los sub-tramos donde se construyen terracerías, una vez realizados los despalmes, así como terminada la excavación en los cortes, se procederá a perfilar la sección de acuerdo a proyecto y la superficie descubierta (cama de los cortes, desplante de los terraplenes), se deberá compactar en un espesor de 20 cm (0.2 m) hasta alcanzar como mínimo el noventa por ciento (90%) de su peso volumétrico seco máximo determinado en el laboratorio mediante la prueba AASHTO ESTÁNDAR; para hacer más fácil el proceso de recompactación, se recomienda aplicar riegos pesados de agua, dejar reposar por lo menos 30 minutos y después aplicar energía de compactación.



Figura II.10. Actividades de compactación y toma de muestras (imágenes de la red).

Si durante la compactación de la capa de desplante se detectan zonas inestables (rebote elástico), estos se deberán tratar eliminando el material inestable para sustituirlo por material de banco, ya sea material en greña o material grueso dependiendo de la inestabilidad; el relleno de las zonas inestables se hará por capas, con espesor máximo de 20 cm a 30 cm y compactadas al noventa por ciento (90%) de su peso volumétrico seco máximo determinado en el laboratorio mediante la prueba AASHTO ESTÁNDAR. Si es material en greña y si es material no compactable, éste se deberá bandear con tractor

de orugas D-8 o similar, procurando que la banda del tractor pase por lo menos cuatro (4) veces por cada punto de la superficie a tratar.

Terraplenes

Son las estructuras que se construyen con materiales producto de cortes o procedentes de bancos, con el fin de obtener el nivel de subrasante que indique el proyecto, ampliar la corona, cimentar estructuras, formar bermas y bordos, y tender taludes. Los materiales utilizados para la construcción de estas estructuras podrán provenir de los cortes o de banco; cuando provengan de los cortes podrán ser compactables o no compactables; y cuando provengan de banco, de preferencia serán compactables, pero siempre cumplirán con la calidad indicada en las normas establecidas.

En los tramos indicados en el proyecto geométrico, si el nivel de la rasante así lo requiere, habiendo afinado y compactado el terreno natural, se procederá a la formación de los terraplenes en capas de veinte 20 cm de espesor, compactadas al noventa por ciento (90%) de su peso volumétrico seco máximo determinado en el laboratorio mediante la prueba AASHTO ESTÁNDAR, con material producto de los cortes o alguno de los bancos indicado párrafos adelante.

Construcción de la capa subrasante utilizando material de banco.

Es la capa última de las terracerías que sirve de transición entre los terraplenes y el pavimento encargada de recibir y resistir las cargas de tránsito transmitidas por el pavimento y a su vez transmitir y distribuir éstas al cuerpo del terraplén. Se podrán construir con materiales producto de cortes o procedentes de bancos, pero siempre cumplirán con la calidad indicada en las normas establecidas. En los sub-tramos y anchos señalados en el proyecto geométrico y/o lo que indique la supervisión de obra, terminando la construcción de la capa drenante (cuando sea el caso) o sobre los terraplenes, se procederá a la construcción de la capa subrasante de 30 cm de espesor con los anchos indicados en el proyecto geométrico, empleando para ello material de alguno de los bancos indicados en el estudio de bancos, al cual una vez homogenizado, se le incorporará la humedad óptima, se tenderá y compactará hasta alcanzar como mínimo el cien por ciento (100%) de su peso volumétrico seco máximo determinado en el laboratorio mediante la prueba AASHTO ESTÁNDAR. La construcción de la subrasante se realizará en una sola capa con equipo que garantice la homogenización, tratamiento, tendido y compactación.

Obras de drenaje, obras de subdrenaje y obras complementarias.

Anticipadamente a la construcción de las terracerías y del pavimento, cuando el proyecto o la supervisión de obra así lo indiquen, se procederá a la construcción de las obras de drenaje y subdrenaje, que se ejecutarán de acuerdo con lo señalado en el proyecto ejecutivo.

Excavación para estructuras

Con el equipo adecuado para dar la calidad; se procederá a realizar la excavación sobre el terreno natural, en las dimensiones y niveles señalada en los planos de proyecto para

la construcción de las obras de drenaje. Con el fin de proteger la excavación, si la construcción de la estructura no se inicia de inmediato, y los materiales del fondo presentan condiciones de ser erosionados muy fácilmente, la excavación se suspenderá arriba del nivel de desplante, hasta que esté por iniciarse la construcción de la estructura. Con el equipo de bombeo adecuado, se extraerá y drenará el agua que afecte la excavación para asegurar su estabilidad.

Las paredes de la excavación en el fondo, previa aprobación en campo, podrán servir de molde al colado de concreto, siempre y cuando sus dimensiones no excedan de 10 cm, respecto a las fijadas en el proyecto. Para dar por terminado un corte, se verificará el alineamiento, el perfil y la sección en su forma, anchura y acabado con lo fijado en el proyecto geométrico y lo ordenado por la supervisión de obra, con una tolerancia de menos diez centímetros (-10 cm).

El material producto de la excavación libre de escombros y basuras o residuos de la maquinaria, podría ser utilizado en el relleno de la misma, siempre y cuando el material no se encuentre saturado de agua en el momento del relleno y sea capaz de dar la compactación especificada, en caso contrario, se deberá traer material de banco para realizar el relleno. El material sobrante de la excavación, se depositará en el sitio o banco de desperdicios autorizado.

Relleno de las excavaciones

El relleno es la colocación de materiales seleccionados o no, en excavaciones hechas para estructuras, obras de drenaje y subdrenaje, cuñas de terraplenes contiguos a estructuras, así como en trincheras estabilizadoras. Se realizará con el equipo adecuado para evitar daños a las estructuras vecinas y obtener la calidad especificada en el proyecto. Los trabajos de relleno se podrán iniciar tan pronto sea posible, especialmente cuando las condiciones de desplante total o parcial de la estructura requieran protección. Se tomarán las precauciones necesarias para evitar daños en las estructuras u obras de drenaje durante el relleno de las excavaciones. Cuando el proyecto o la Secretaría establezcan que el relleno deba compactarse, las capas de material se colocarán con espesores no mayores de los que puedan ser compactados con el equipo seleccionado. La compactación se hará de tal forma que se garantice una compactación uniforme en toda el área del relleno. Los rellenos se compactarán a un grado de compactación mínimo de noventa (90) por ciento de su masa volumétrica seca máxima, obtenida mediante la prueba AASHTO ESTÁNDAR.

Para el relleno de alcantarillas, el material se extenderá en capas de manera simétrica, tanto respecto al eje transversal de la estructura como al eje longitudinal y se compactará también simétricamente, a mano o con equipo manual. Los rellenos de excavaciones para estructuras, muros de contención y colchones de protección de las obras de drenaje se ejecutarán previamente a la construcción de terraplenes.

Pavimentación

Subbase y base hidráulica construidas con material de banco.

Son las capas sucesivas de materiales pétreos seleccionados, se estabilicen o no, que se construyen sobre la terracería o sub-rasante; según sea el caso; y cuyas funciones principales son proporcionar un apoyo uniforme a las capas superiores, soportar las

cargas que éstas les transmiten aminorando los esfuerzos inducidos y distribuyéndolos adecuadamente a la capa inmediata inferior, proporcionar a la estructura de pavimento la rigidez necesaria para evitar las deformaciones excesivas, drenar el agua que se pueda infiltrar, impedir el ascenso capilar del agua subterránea y prevenir la migración de finos.

Los materiales para bases y sub-bases se clasifican de la siguiente manera:

- a) Materiales pétreos que no requieren ningún tratamiento de disgregado, cribado o triturado, como son los poco o nada cohesivos, como limos, arenas y gravas, que al extraerlos quedan sueltos y que no contengan más del 5% de partículas mayores de 51 milímetros (2")
- b) Materiales pétreos que para su utilización, requieren tratamientos de disgregado, como los tezontles y los cohesivos como tepetates, caliches, conglomerados, aglomerados y rocas muy alteradas, que al extraerlos resultan con terrones y que una vez sometidos a la acción del equipo de disgregación no contengan más del 5% de partículas mayores de 51 milímetros (2").
- c) Materiales que requieren ser cribados, como son los poco o nada cohesivos, como mezclas de gravas, arenas y limos, que al extraerlos quedan sueltos y con un contenido entre el 5% y el 25% de partículas mayores de 51 milímetros (2"). Estos materiales deberán ser cribados por la malla de 51 milímetros (2").
- d) Materiales que requieren ser triturados parcialmente y cribados son los siguientes:
 - ✓ Materiales poco o nada cohesivos, como mezclas de gravas, arenas y limos, que al extraerlos quedan sueltos y contienen más del 25% de partículas mayores de 51 milímetros (2"). Estos materiales deberán ser triturados y cribados por la malla de 38 milímetros (1 1/2").
 - ✓ Tezontles y materiales cohesivos, como tepetates, caliches, conglomerados, aglomerados y rocas alteradas, que al extraerlos resulten con terrones que pueden disgregarse por la acción del equipo mecánico y que posteriormente a dicho tratamiento contienen más del 5% de partículas de tamaño mayor de 51 milímetros (2"). Estos materiales deberán ser triturados y cribados por la malla de 38 milímetros (1 1/2"), sin que previamente deban disgregarse por la acción del equipo mecánico.
 - ✓ Materiales que requieren trituración total y cribado a través de la malla de 38 milímetros (1 1/2"), son los que provienen de piedra extraída de mantos de roca, piedra de pepena y piedra suelta de depósitos naturales o desperdicios. Los materiales anteriores, o las mezclas de ellos pueden estabilizarse mezclándolos principalmente con un material asfáltico, con cemento Portland, con una mezcla de cemento Portland y Puzolana, con cal hidratada, con una mezcla de cal hidratada y Puzolana o con una mezcla de cal hidratada y cemento Portland; con las proporciones indicadas en el diseño correspondiente, resultante del estudio de mecánica de suelos, con las pruebas de laboratorio y de campo respectivas. Una vez estabilizados, deberán reunir los requisitos establecidos en el proyecto y/o indicados por la Autoridad Correspondiente.
 - ✓ Inmediatamente antes de iniciar la construcción de la sub-base o la base, la superficie sobre la que se colocarán estará debidamente terminada dentro de líneas y niveles de proyecto, sin irregularidades y reparados satisfactoriamente los baches que hubieran existido. No se permitirá su construcción sobre

superficies que no hayan sido previamente aceptadas por la Autoridad Correspondiente. La granulometría y características de los materiales por utilizar, así como el equipo y los procedimientos de ejecución para la construcción de las sub-bases y bases, serán fijados en el proyecto o indicados por la Autoridad Correspondiente.

Los acarreos de los materiales hasta el sitio de su utilización, se harán de forma tal que no sufran alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad de la obra y que el tránsito sobre la superficie donde se construirá la sub-base o la base, se distribuya sobre todo el ancho de la misma, evitando la concentración en ciertas áreas y, por consecuencia, su deterioro. Cuando sea necesario mezclar dos o más materiales de dos o más bancos diferentes, se mezclarán con el proporcionamiento necesario para producir un material homogéneo, con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Autoridad Correspondiente, mediante uno de los siguientes procedimientos.

✓ *Mezclado en planta*

Plantas tipo de tambor rotatorio, en las cuales la dosificación de los materiales y el agua, se hace por masa; o en mezcladoras de tipo continuo, en donde la dosificación de los materiales y el agua, puede hacerse por masa o por volumen. El material mezclado y homogeneizado en granulometría y humedad, preparado previamente en planta, se transportará al sitio de su colocación, de forma que no se altere para que pueda ser extendido y compactado.

- 1) Si la mezcla de los materiales se hace en el lugar de su utilización, se descargará el material seleccionado para la construcción de la sub-base o de la base, sobre la superficie terminada según corresponda, en cantidad prefijada por estación de veinte metros, en tramos que no sean mayores a los que, en un turno de trabajo, se pueda tender, conformar y compactar el material. Se mezclará en seco y posteriormente se incorporará el agua, siguiendo el procedimiento indicado.
- 2) Cuando se empleen motoconformadoras para la homogeneización, se preparará el material extendiéndolo parcialmente e incorporándole el agua necesaria para la compactación, por medio de riegos y mezclados sucesivos, hasta alcanzar la humedad adecuada y obtener homogeneidad en granulometría y humedad. Inmediatamente después de preparado el material, se extenderá en todo el ancho de la corona de la vialidad y se conformará de tal manera que se obtenga una capa de material sin compactar de espesor uniforme. Si el tendido se realiza con extendidora, la preparación del material se hará previamente a su transporte al lugar de utilización y se descargará directamente en la tolva de la misma, la cual permanecerá llena durante la ejecución de los trabajos para evitar la segregación del material; si ésta ocurre, el Constructor lo re mezclará por su cuenta y costo. La capa extendida se compactará hasta alcanzar el grado indicado en el proyecto o el que apruebe la Autoridad Correspondiente.
- 3) Si el material se encuentra confinado por las guarniciones, la compactación se hará longitudinalmente del centro hacia las orillas; y cuando el material no se encuentre confinado, la compactación se efectuará longitudinalmente, de las orillas hacia el centro en las tangentes y del interior al exterior, en las curvas, con un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada;

con el fin de evitar desplazamiento del material por la presión ejercida con el equipo de compactación. Si es necesario, el material se extenderá en capas sucesivas, con un espesor no mayor que aquel que el equipo sea capaz de compactar al grado indicado en el proyecto o aprobado por la Autoridad Correspondiente. A menos que se apruebe lo contrario, la capa ya compactada se escarificará superficialmente y se le agregará agua, antes de tender la siguiente capa, con el propósito de ligarlas. Una vez compactada la última capa, se deberán tener la sección y los niveles establecidos en el proyecto.

- 4) Deberá evitarse la clasificación de los materiales pétreos (agrupamiento por tamaños), originada por deficiencias en los trabajos de mezclado, homogeneizado, maniobras de transporte, tendido, conformación, etc. En caso de presentarse esta situación, el Constructor deberá corregirla totalmente bajo su responsabilidad. A juicio de la Autoridad Correspondiente, el afine de niveles de proyecto de la sub-base o de la base, en caso de requerirse, se efectuará con motoconformadora. Para obtener el acabado final con textura uniforme, se incorporará la aplicación de un riego ligero y rodillo neumático.
- 5) Para dar por terminada la construcción de la sub-base y de la base, se verificarán el alineamiento, perfil, sección, compactación, espesor y acabado, de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o lo indicado por la Autoridad Correspondiente.

La verificación de la calidad del material que se empleará para base y sub-base, se deberá efectuar con una frecuencia mínima de un muestreo por cada 350 m³ de movimiento de material. Para la verificación de la calidad en la compactación, se efectuará una cala como mínimo por cada 300 m² de capa compactada. La Autoridad Correspondiente indicará los casos en los cuales se requiere aumentar la cantidad de muestras indicadas, de acuerdo con las condiciones existentes y la variación de las mismas para cada caso en particular.

✓ *Materiales asfálticos.*

El Asfalto es un material bituminoso de color negro, sólido o semisólido, con propiedades cementantes a temperaturas ambientales normales y que al calentarse se ablanda gradualmente hasta alcanzar una consistencia líquida. Está constituido principalmente por asfaltenos, resinas y aceites, elementos que le dan sus características de consistencia, aglutinación y ductilidad. Los materiales asfálticos se utilizan en la elaboración de carpetas, morteros, riegos y estabilizaciones. Los materiales asfálticos se clasifican en cementos asfálticos, asfaltos rebajados, emulsiones asfálticas y asfaltos modificados.

- a) Cementos asfálticos. Son los asfaltos obtenidos del proceso de destilación del petróleo, para eliminar solventes volátiles y parte de sus aceites. Su viscosidad varía con la temperatura y entre sus componentes, las resinas le producen adherencia con los materiales pétreos, siendo excelentes ligantes, pues al ser calentados se licúan, lo que les permite cubrir totalmente las partículas del material pétreo; debido a lo anterior, el vehículo utilizado para su aplicación es el calor. Se utilizan en la elaboración en caliente de carpetas, morteros y estabilizaciones, así como elemento base para la fabricación de emulsiones asfálticas y asfaltos rebajados.

- b) Asfaltos rebajados. El vehículo utilizado para su aplicación es un solvente. Se utilizan en la elaboración en frío de carpetas y para la impregnación de sub-bases y bases hidráulicas. Los asfaltos rebajados pueden clasificarse en los siguientes tipos:
- 1) Asfaltos rebajados de fraguado rápido. Son los materiales asfálticos líquidos, compuestos de un cemento asfáltico y un disolvente del tipo de la nafta o gasolina.
 - 2) Asfaltos rebajados de fraguado medio. Son los materiales asfálticos líquidos, compuestos de un cemento asfáltico y un disolvente del tipo del queroseno.
 - 3) Asfaltos rebajados de fraguado lento.- Son los materiales asfálticos líquidos, compuestos de un cemento asfáltico y un disolvente de baja volatilidad o aceite ligero.
- c) Emulsiones asfálticas. Son los materiales asfálticos líquidos estables, constituidos por dos fases no miscibles, en los que la fase continua de la emulsión está formada por agua (vehículo utilizado para su aplicación) y la fase discontinua por pequeños glóbulos de cemento asfáltico. Se denominan emulsiones asfálticas ANIÓNICAS, cuando el agente emulsificante confiere polaridad electronegativa a los glóbulos y emulsiones asfálticas CATIONICAS, cuando les confiere polaridad electropositiva. Las emulsiones asfálticas pueden clasificarse en los siguientes tipos:
- 1) De rompimiento rápido, que generalmente se utilizan para riegos de liga y carpetas por el sistema de riegos, a excepción de la emulsión ECR-60, que no se debe utilizar en la elaboración de éstas últimas.
 - 2) De rompimiento medio, que normalmente se emplean para carpetas de mezcla en frío elaboradas en planta, especialmente cuando el contenido de finos en la mezcla es menor o igual a dos por ciento, así como en trabajos de mantenimiento tales como bacheos, re nivelaciones y sobre carpetas.
 - 3) De rompimiento lento, que comúnmente se utilizan para carpetas de mezcla en frío elaboradas en planta y para estabilizaciones asfálticas.
 - 4) Para impregnación, que particularmente se utilizan para impregnaciones de sub-bases y/o bases hidráulicas.
 - 5) Superestables, que principalmente se emplean en estabilizaciones de materiales y en trabajos de recuperación de pavimentos.

Antes de su utilización en la obra, los materiales asfálticos deben transportarse y almacenarse adecuadamente, para evitar que se alteren sus propiedades. Se transportarán desde el lugar de adquisición hasta el de almacenamiento, utilizando pipas, carros-tanque o el equipo de transporte apropiado, que cuenten con los equipos que permitan calentar el producto cuando así se requiera. Los tanques serán herméticos, y tendrán tapas adecuadas para evitar fugas y contaminaciones. El transporte se hará observando las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, sujetándose en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes. Antes de cargar el material asfáltico, los tanques han de ser limpiados cuidadosamente, eliminando

residuos de productos transportados anteriormente, grasas, polvo o cualquier otra sustancia que lo pueda contaminar.

Los materiales asfálticos se almacenarán en depósitos adecuadamente ubicados, con la capacidad suficiente para recibir cada entrega, que reúnan los requisitos necesarios para evitarla contaminación de los productos que contengan, que estén protegidos contra incendios, fugas y pérdida excesiva de disolventes o emulsivos y que cuenten con los equipos adecuados para calentar el producto cuando así se requiera, así como con los elementos necesarios para su carga, descarga y limpieza. Antes de utilizar los depósitos, estos han de ser limpiados cuidadosamente, eliminando natas o residuos de otros productos, materiales extraños o materiales asfálticos de tipo diferente al que se va almacenar. Esta operación se repetirá cada vez que sea necesario para evitar la contaminación del producto. En el caso de emulsiones asfálticas, se utilizarán tanques verticales equipados con dispositivos para la recirculación del material, para evitar lo más posible el asentamiento y la formación de natas. Con el propósito de que no se contaminen con la nata que pudiera haberse formado sobre la superficie del material previamente almacenado, el llenado de los depósitos de almacenamiento ha de efectuarse desde el fondo de éstos, evitando que el producto caiga sobre la superficie del material ya almacenado, rompiendo dicha nata. Cada depósito de almacenamiento se identificará, indicando en un lugar visible, su capacidad, el tipo de material asfáltico que contiene y, cuando se trate de recipientes, origen del material y fecha de producción. Asimismo, para cada depósito, se llevará un registro en el que se indiquen las fechas y volúmenes de los suministros recibidos y de las salidas del material. Tratándose de emulsiones de rompimiento rápido, es importante que la temperatura de almacenamiento no sea mayor de ochenta grados Celsius en el punto de contacto.

Los materiales asfálticos se emplean en la elaboración de carpetas, morteros, riegos y estabilizaciones, ya sea para aglutinar los materiales pétreos utilizados, para ligar o unir diferentes capas del pavimento, para estabilizar sub-bases y bases; o bien para el mantenimiento de pavimentos en tratamientos superficiales. También se utilizan para construir, fabricar o impermeabilizar otras estructuras, tales como algunas obras complementarias de drenaje, entre otras. Los trabajos en los cuales se requiera de la aplicación de un material asfáltico o de una mezcla asfáltica, serán suspendidos en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras éstas no sean las adecuadas; considerando que no se aplicarán en las siguientes condiciones:

- a) Sobre superficies con agua libre o encharcadas.
- b) Cuando exista amenaza de lluvia o esté lloviendo.
- c) Cuando la velocidad del viento impida que la aplicación del material asfáltico sea uniforme.
- d) Cuando la temperatura de la superficie sobre la cual serán aplicados sea baja.
- e) Cuando la temperatura ambiente sea baja, tomada a la sombra lejos de cualquier fuente de calor artificial. En cada capítulo correspondiente de las presentes Normas Técnicas, se indican las temperaturas ambientales y de la superficie de trabajo, que limitan la aplicación de un material asfáltico o de una mezcla asfáltica, según sea la etapa de construcción de la estructura del pavimento.

Previamente a la ejecución de trabajos que requieran la aplicación de un material asfáltico o de una mezcla asfáltica, las estructuras de la vialidad o contiguas, que pudieran mancharse directa o indirectamente durante la aplicación del material asfáltico, tales como banquetas, guarniciones, hidrantes, mobiliario urbano, parapetos, postes, pilas, estribos, caballetes y barreras separadoras, entre otras, se protegerán adecuadamente, de manera que concluido el trabajo y una vez retirada la protección, se encuentren en las mismas condiciones de limpieza en que se hallaban. Deberán evitarse los traslapes con riegos asfálticos dados con anterioridad en tramos contiguos. Cuando se utilice planta móvil para la elaboración de la mezcla asfáltica, ésta deberá contar con los aditamentos adecuados para la dosificación correcta de los elementos componentes, incorporando al material pétreo o suelo por estabilizar, la cantidad de material asfáltico fijada en el proyecto u ordenada por la Autoridad Correspondiente. Cuando se utilice planta estacionaria para la elaboración del concreto asfáltico, una vez calentado el cemento asfáltico a la temperatura fijada en el proyecto u ordenada por la Autoridad Correspondiente, se añadirá al material pétreo en la propia planta, dosificándolo por peso, procediéndose a su mezclado hasta obtener un producto homogéneo y a la temperatura fijada. La cantidad de cemento asfáltico podrá variar en relación con la de proyecto en $\pm 5\%$ en peso, pero con tendencia a su homologación. Los materiales, el procedimiento de ejecución y el equipo adecuado por utilizar, para la construcción de carpetas asfálticas, aplicación de riegos asfálticos, trabajos de estabilización y de mantenimiento, deberán ser aprobados por la Autoridad Correspondiente. Se deberá verificar previamente el correcto funcionamiento del equipo indicado.

Por ejemplo, revisará que el equipo utilizado para la aplicación del material asfáltico en el riego de impregnación o riego de liga, se encuentre en óptimas condiciones de operación, que cuente con sistema de calentamiento y de medición (volumen y temperatura), bomba de presión, tacómetro, velocímetro, barra para riego regulable (aspersores) y todo lo necesario para su correcta ejecución. Cuando lo fije el proyecto u ordene la Autoridad Correspondiente, se agregará a los materiales asfálticos algún aditivo del tipo y en la proporción fijados, para mejorar las condiciones de adherencia con los materiales pétreos. El aditivo deberá agregarse en la petrolizadora o en los tanques de almacenamiento de la planta mezcladora, según sea el caso, cuando los materiales asfálticos se encuentren a la temperatura requerida. Se tomarán las precauciones necesarias para asegurar que el aditivo se mezcle adecuadamente con el material asfáltico.

✓ *Riego de impregnación (descripción general)*

El riego de impregnación es la aplicación de un material bituminoso ligero aplicado a la superficie de la capa de base sobre la cual se tenga planeado el tendido de una carpeta asfáltica. El propósito de este riego es que el producto asfáltico aplicado actúe como un agente ligante y a la vez selle la junta entre la base y la nueva capa. De esta manera se evita la ascensión de la humedad a la superficie producida por el fenómeno de capilaridad. Antes del riego se procederá a barrer la superficie por tratar para eliminar todo el material suelto, polvo y materias extrañas. Si la base se ha deteriorado o destruido por no haber sido impregnada a su debido tiempo, deberá reacondicionarse para dejarla de acuerdo a lo fijado en el proyecto. El barrido de la superficie de la base no elimina todos los finos sueltos y, sin un riego de impregnación que proporcione la adhesión requerida, los finos actúan como un lubricante entre la base y la carpeta. Los materiales asfálticos utilizados en este riego son poco viscosos con el fin de que puedan penetrar en

la base lo suficiente para prevenir el desprendimiento de los finos y evitar el problema mencionado.

El riego de impregnación no es necesario cuando se tienden carpetas relativamente gruesas, debido a la estabilidad inherente que presenta una capa de esta naturaleza. Sin embargo, durante la construcción de una carpeta de cualquier grosor, la presencia de un riego de impregnación ayuda materialmente a convertir a la base a prueba de agua, la cual, en caso de lluvia, se seca rápidamente. Las altas temperaturas de las mezclas asfálticas hacen que al tenderlas sobre una superficie "fría" se ablande el material utilizado en la impregnación y así proporcionar la adhesión deseada. El material de impregnación es aplicado por medio de una petrolizadora durante las horas de más calor en el día, siempre y cuando la base no se encuentre mojada. La cantidad de material aplicado es de aproximadamente 1.1 a 2.2 litros por m².

La cantidad aplicada deberá ser absorbida en 24 horas, y el periodo normal de curado y secado es de aproximadamente 48 horas. Es más aconsejable aplicar material de impregnación de menos que excederse en el mismo ya que cualquier material no absorbido por la capa de base casi siempre lo torna la carpeta asfáltica, teniendo así un exceso de asfalto no deseado. La superficie impregnada deberá presentar un aspecto uniforme y el material asfáltico deberá estar firmemente adherido; la penetración del riego deberá de ser mayor de cuatro milímetros (por lo general), pudiendo ser menor siempre que exista buena adherencia entre el aglutinante y la superficie impregnada. Cuando a pesar del barrido, se presente una superficie de textura muy cerrada y seca, puede darse un riego ligero de agua para desalojar el aire retenido principalmente por las partículas más finas y que impide que la aplicación del riego de impregnación sea satisfactoria. Se dejará evaporar el agua regada y se aplicará el producto asfáltico cuando la superficie se observe seca.

No debe permitirse la circulación de vehículos sobre la superficie impregnada para prevenir la pérdida de material asfáltico y evitar la acumulación excesiva de polvo. Cuando el tráfico no puede evitarse, se distribuye arena medianamente fina sobre la superficie para proteger al material de impregnación. Este material se retira antes de ser colocada la siguiente base.

De acuerdo a las especificaciones de la SCT sobre la base hidráulica barrida y libre de impurezas, se aplicará un riego de impregnación con emulsión asfáltica catiónica de rompimiento lento del tipo ECI-60 que cumpla con los requisitos de calidad indicados en la Tabla E.2 de la Norma N·CMT·4·05·001. Si fuera necesario se diluirá este producto asfáltico de acuerdo con las indicaciones del fabricante, en la proporción que se determine en pruebas de campo para obtener un residuo asfáltico final de 0.75 l/m². En términos generales el equipo a utilizar así como el manejo del producto asfáltico y su aplicación, se sujetarán a los procedimientos que se describen en las Cláusulas N·CTR·CAR·1·04·004-E, N·CTR·CAR·1·04·004-F y N·CTR·CAR·1·04·004-G, respectivamente, de la Normativa para la Infraestructura del Transporte de la SCT, vigente.

✓ *Riego de Liga (descripción general)*

Consiste en la aplicación de un material asfáltico sobre una capa de pavimento, con objeto de lograr una buena adherencia con otra capa de mezcla asfáltica que se

construya encima. Se utiliza para ligar o unir entre sí las capas de sub-base o base hidráulica con la carpeta asfáltica, para riegos de sello o para unir sobre carpetas. Los materiales que deberán emplearse en el riego de liga, serán cementos asfálticos, asfaltos rebajados o emulsiones, del tipo fijado en el proyecto u ordenado por la Autoridad Correspondiente. Cuando lo fije el proyecto y/o lo ordene la Autoridad Correspondiente, se empleará un aditivo del tipo y en la proporción que se indique.

Por ningún motivo deberán aplicarse los materiales asfálticos cuando la temperatura ambiental esté por debajo de los quince grados Celsius y su tendencia sea a la baja. Sin embargo, pueden ser aplicados cuando la temperatura ambiente esté por arriba de los diez grados Celsius y su tendencia sea al alza. La temperatura ambiente será tomada a la sombra lejos de cualquier fuente de calor artificial. Asimismo, no deberán aplicarse cuando la temperatura de la superficie sobre la cual serán aplicados esté por debajo de los quince grados Celsius, cuando la superficie se encuentre con agua libre o encharcada, cuando haya amenaza de lluvia o cuando la velocidad del viento impida que la aplicación con petrolizadora o con el equipo indicado sea uniforme. Inmediatamente antes de la aplicación del riego de liga, toda la superficie por cubrir deberá estar debidamente preparada, exenta de materias extrañas, polvo, grasa o encharcamientos, sin irregularidades y reparados los baches que hubieran existido. No se permitirá el riego sobre tramos que no hayan sido previamente aceptados por la Autoridad Correspondiente.

Tabla II.12. Clasificación de los cementos asfálticos según su viscosidad dinámica a 60°C (Tomado de la Norma N-CMT-4-05-001).

Clasificación	Viscosidad a 60°C Pa·s (P [1])	Usos más comunes
AC-5	50 ± 10 (500 ± 100)	En la elaboración de carpetas de mezcla en caliente dentro de las regiones indicadas como Zona. En la elaboración de emulsiones asfálticas que se utilicen para riegos de impregnación, de liga y poreo con arena, así como en estabilizaciones.
AC-10	100 ± 20 (1 000 ± 200)	En la elaboración de carpetas de mezcla en caliente dentro de las regiones indicadas como Zona 2. En la elaboración de emulsiones asfálticas que se utilicen en carpetas y morteros de mezcla en frío, así como en carpetas por el sistema de riegos, dentro de las regiones indicadas como Zona 1.
AC-20	200 ± 40 (2 000 ± 400)	En la elaboración de carpetas de mezcla en caliente dentro de las regiones indicadas como Zona 3. En la elaboración de emulsiones asfálticas que se utilicen en carpetas y morteros de mezcla en frío, así como en carpetas por el sistema de riegos, dentro de las regiones indicadas como Zona 2.

Clasificación	Viscosidad a 60°C Pa·s (P [1])	Usos más comunes
AC-30	300 ± 60 (3 000 ± 600)	En la elaboración de carpetas de mezcla en caliente dentro de las regiones indicadas como Zona 4. En la elaboración de emulsiones asfálticas que se utilicen en carpetas y morteros de mezcla en frío, así como en carpetas por el sistema de riegos, dentro de las regiones indicadas como Zonas 3 y 4. En la elaboración de asfaltos rebajados en general, para utilizarse en carpetas de mezcla en frío, así como en riegos de impregnación.

✓ *Riego de sello*

Es la aplicación de un riego de material asfáltico, que se cubre con una capa de material pétreo triturado de una composición granulométrica determinada, para impermeabilizar la carpeta, protegerla contra el desgaste y proporcionar una superficie de aspecto uniforme y resistente al derrapamiento.

Los materiales pétreos que se empleen en la construcción de riego de sello, serán los números 3-A o 3-E (T.M.A. 3/8”), así como el 3-B (T.M.A. 1/4”), de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o lo ordenado por la Autoridad Correspondiente. Deberán estar secos y limpios (libres de humedad, polvo y materias extrañas). De ser necesario, se aplicará un tratamiento de lavado para eliminar o reducir el polvo que lo cubre y mejorar sus características de adherencia. Los materiales asfálticos que se utilizarán serán cementos asfálticos, asfaltos rebajados o emulsiones, los cuales deberán cumplir con los requisitos de calidad establecidos, Cuando lo fije el proyecto y/o lo ordene la Autoridad Correspondiente, se empleará un aditivo del tipo y en la proporción que se indique. Para cada caso y tomando en cuenta las condiciones de la carpeta por sellar y las características del material pétreo que se empleará en el riego, la Autoridad Correspondiente determinará mediante pruebas sobre la superficie por cubrir, las cantidades que, tanto de los materiales pétreos como de asfalto, deban utilizarse para el riego de sello. En términos generales, las cantidades de materiales que deban aplicarse, en litros por metro cuadrado. Por ningún motivo deberá aplicarse el riego de sello, cuando la temperatura ambiental esté por debajo de los quince grados Celsius y su tendencia sea a la baja. Sin embargo, pueden ser aplicados cuando la temperatura ambiente esté por arriba de los diez grados Celsius y su tendencia sea al alza. La temperatura ambiente será tomada a la sombra lejos de cualquier fuente de calor artificial. Asimismo, no deberán aplicarse cuando la temperatura de la superficie sobre la cual serán aplicados esté por debajo de los quince grados Celsius, cuando la superficie se encuentre con agua libre o encharcada, cuando haya amenaza de lluvia o cuando la velocidad del viento impida que la aplicación con petrolizadora o con el equipo indicado, sea uniforme.



Figura II.11. Riego de Sello. Distribuidor vial en Cuautla, Morelos (Imágenes de Archivo 2013).

Inmediatamente antes de la aplicación del riego de sello, toda la superficie por cubrir deberá estar debidamente preparada, exenta de materias extrañas, polvo, grasa o encharcamientos, sin irregularidades y reparados los baches que hubieran existido. No se permitirá el riego sobre tramos que no hayan sido previamente aceptados por la Autoridad Correspondiente. Si la superficie sobre la que se efectuará el riego de sello se ha deteriorado o destruido por causas imputables al Constructor, éste deberá reacondicionarla para dejarla de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o lo ordenado por la Autoridad Correspondiente. Todas las operaciones y los materiales necesarios para dicho fin, serán por su cuenta y costo. Las estructuras de la vialidad o contiguas, que pudieran mancharse directa o indirectamente durante la aplicación del material asfáltico, tales como banquetas, guarniciones, hidrantes, mobiliario urbano, parapetos, postes, pilas, estribos, caballetes y barreras separadoras, entre otras, se protegerán adecuadamente, de manera que concluido el trabajo y una vez retirada la protección, se encuentren en las mismas condiciones de limpieza en que se hallaban. En caso de que se utilicen emulsiones asfálticas y para retrasar su rompimiento, ocasionalmente es necesario un riego ligero de agua previo, sin embargo, el material asfáltico no se aplicará sino hasta que el agua superficial se haya evaporado lo suficiente para que no exista agua libre o encharcamientos. Si se utilizan cementos asfálticos o asfaltos rebajados, éstos no podrán aplicarse cuando la capa por cubrir esté húmeda. En todos los casos de riego de sello, el Constructor deberá recabar previamente la aprobación de la Autoridad Correspondiente para los materiales, el procedimiento constructivo y el equipo que pretenda usar. La Autoridad Correspondiente verificará el correcto funcionamiento de la petrolizadora o equipo adecuado que se utilizará para el riego del material asfáltico, revisará que se encuentre en óptimas condiciones de operación, que cuente con sistema de calentamiento y de medición (volumen y temperatura), bomba de presión, tacómetro, velocímetro, barra para riego con esferas regulables (aspersores) y todo lo necesario para su correcta aplicación. Así mismo deberá revisar que el equipo de esparcidores mecánicos se encuentre en óptimas condiciones y el material pétreo adecuado y suficiente para cubrir de inmediato, la superficie cubierta con el riego de material asfáltico, para evitar daños y contaminación del mismo. Si durante la ejecución del trabajo el equipo presenta deficiencias, el Constructor estará obligado a corregirlas o a retirar las máquinas defectuosas, remplazándolas por otras en buenas condiciones. El material asfáltico, del tipo y con la dosificación establecida en el proyecto o aprobada por la Autoridad Correspondiente, deberá ser aplicado uniformemente sobre la superficie que quedará cubierta con material pétreo en el mismo día y de preferencia en las horas con las temperaturas más altas. Las juntas transversales, antes de iniciar un nuevo riego, se cubrirán con un material adecuado para proteger el riego existente, de tal manera que el nuevo riego se inicie desde dicha protección y al retirarse ésta, no quede un traslape de

material asfáltico. Asimismo, se ajustará la altura de la barra de la petrolizadora para aplicar el material asfáltico uniformemente, con la dosificación establecida en el proyecto, de manera que la base del abanico que se forma al salir el material por una boquilla, cubra hasta la mitad de la base del abanico de la boquilla contigua (cubrimiento doble), o que la base del abanico de una boquilla cubra las dos terceras partes de la base del abanico de la boquilla contigua (cubrimiento triple). La aplicación del material asfáltico en una franja contigua a otra previamente regada, se hará de tal manera que el nuevo riego se traslape con el anterior en un medio o dos tercios del ancho de la base del abanico de la boquilla extrema de la petrolizadora, según se trate de cubrimiento doble o triple, con el propósito de que la dosificación del producto asfáltico en la orilla de la franja precedente sea la indicada en el proyecto. En su caso, el exceso del material asfáltico que se hubiera aplicado debe ser removido. Para las zonas de difícil acceso o cuando las condiciones particulares lo requieran, la Autoridad Correspondiente autorizará la utilización de equipo manual adecuado previa revisión de las condiciones del mismo, por ejemplo el bacheador manual. No deberá aplicarse material asfáltico, si el material pétreo con que se cubrirá el riego contiene una humedad superior a la de absorción o tiene agua superficial, aun cuando se usen aditivos; excepto cuando se empleen emulsiones; en cuyo caso la Autoridad Correspondiente fijará la humedad aceptable. Inmediatamente después de aplicado adecuadamente el material asfáltico sobre la superficie, se tenderá mecánicamente el material pétreo, del tipo y con la dosificación establecidos en el proyecto o aprobados por la Autoridad Correspondiente, formando una capa de espesor uniforme y adicionando material o retirando el excedente, según sea el caso, para lograr la uniformidad adecuada.

En zonas no accesibles para los esparcidores mecánicos, previa autorización de la Autoridad Correspondiente, se hará el tendido manualmente. Enseguida se pasará una rastra ligera con cepillo, para tener una mejor distribución del material y dejar la superficie exenta de ondulaciones, bordos y depresiones. Posteriormente se efectuará el planchado de la superficie con el equipo ligero adecuado autorizado por la Autoridad Correspondiente, únicamente para acomodar las partículas del material, teniendo especial cuidado para no fracturarlas por exceso de planchado. A continuación se plancharán con compactador de llantas neumáticas con peso de 4.5 Ton a 7.3 Ton. Los compactadores de llantas neumáticas se pasarán alternativamente, el número de veces que sea necesario para asegurar que el máximo del material pétreo se adhiera al material asfáltico. La superficie terminada permanecerá cerrada a todo tipo de tránsito el tiempo que la Autoridad Correspondiente determine que el material asfáltico tiene la consistencia adecuada que evite el desprendimiento del material pétreo.

Todo el material pétreo excedente que no se haya adherido, se recolectará mediante la utilización de una barredora mecánica rotatoria autopropulsada o el equipo adecuado indicado, dejando la superficie libre de material suelto. El material excedente no deberá ser reutilizado y será retirado del sitio de la obra. El riego de sello puede ser premezclado, en cuyo caso, el riego de material asfáltico se hará con una dosificación igual a la mitad de la establecida en el proyecto y la otra mitad será premezclada con el material pétreo, según el procedimiento indicado. Cuando se trate de dos o más aplicaciones de riego de sello, se dejará transcurrir el tiempo fijado en el proyecto o indicado por la Autoridad Correspondiente, el cual no será menor de 24 horas, entre la aplicación del último riego de material asfáltico y la terminación de la capa correspondiente al material pétreo del riego precedente.

Carpeta de concreto asfáltico.

Son las carpetas asfálticas que se construyen mediante el tendido y compactación de una mezcla homogénea de materiales pétreos seleccionados y cemento asfáltico, modificado o no, elaborada en una planta estacionaria, con las proporciones adecuadas y utilizando calor como vehículo de incorporación; para proporcionar al usuario una superficie de rodamiento uniforme, cómoda, segura, bien drenada y con características de resistencia al derrapamiento y al intemperismo. Según la granulometría del material pétreo que se utilice, pueden ser de granulometría densa, semi abierta o abierta. Las carpetas de granulometría densa, cuando se construyen de un espesor mayor o igual que cuatro centímetros, tienen la función estructural de soportar y distribuir las cargas de los vehículos hacia las capas inferiores del pavimento. Las carpetas de granulometría semiabierta o abierta se construyen mediante el tendido y compactación de una mezcla elaborada generalmente en caliente, de cemento asfáltico, modificado o no y materiales pétreos de granulometría uniforme, con bajo contenido de finos y alto porcentaje de vacíos.

No tienen función estructural y generalmente se construyen sobre la superficie de una carpeta asfáltica de granulometría densa, con la finalidad principal de permitir que el agua proveniente de la lluvia sea desplazada por las llantas de los vehículos, ocupando los vacíos de la carpeta, con lo que se incrementa la fricción de las llantas con la superficie de rodamiento, se minimiza el acuaplaneo, se reduce la cantidad de agua que se impulsa sobre los vehículos adyacentes y se mejora la visibilidad del señalamiento horizontal, restableciendo o mejorando las características de comodidad y seguridad de la superficie de rodamiento.

En la elaboración de estas carpetas asfálticas se emplearán exclusivamente cementos asfálticos, modificados o no y materiales pétreos seleccionados. Si dados los requerimientos de la obra, es necesario modificar las características de los materiales pétreos, del material asfáltico o de la interacción entre ambos utilizando aditivos, éstos estarán establecidos en el proyecto o serán aprobados por la Autoridad Correspondiente; en ambos casos deberá justificarse técnicamente la necesidad del mismo. Únicamente se utilizarán materiales alternativos para la construcción de carpetas asfálticas con mezcla elaborada en caliente; como emulsiones asfálticas o asfaltos modificados, cuando sean fijados en el proyecto o indicados por la Autoridad Correspondiente, tomando como base la justificación respectiva de su utilización, mediante la comprobación de su funcionalidad y factibilidad con análisis y estudios de laboratorio, de acuerdo con las condiciones físicas, geográficas, geológicas y climáticas de la localidad donde se pretenda construir la obra.

✓ Materiales pétreos.

Materiales pétreos seleccionados por sus características físicas, que aglutinados con un material asfáltico, se emplean en la construcción de carpetas y mezclas asfálticas. Los materiales pétreos seleccionados que se empleen, requieran o no lavado, deberán ser de los tipos que se indican a continuación:

- 1) Materiales que requieren ser cribados. Son los materiales poco o nada cohesivos, que al extraerlos quedan sueltos y que deben ser cribados según una de las condiciones siguientes:

- a) Por una malla, para eliminar el desperdicio de los tamaños mayores de: 25 mm (1"), 19 mm (3/4"), 13 mm (1/2") o 6 mm (1/4").
 - b) Por dos mallas, para eliminar el desperdicio de los tamaños mayores de: 25 mm (1"), 19 mm (3/4"); y los tamaños menores que en cada caso se especifiquen.
 - c) Por tres mallas, para eliminar el desperdicio de los tamaños mayores de: 25 mm (1"), 19 mm (3/4"); y obtener además, en cada caso, materiales separados con tamaños máximos de 13 mm (1/2") y 6 mm (1/4").
 - d) Por varias mallas, para producir los materiales pétreos necesarios para la construcción de carpetas por el sistema de riegos o sea: uno de los materiales 3-A,3-B, o 3-E, con dos mallas; materiales 2 y 3-B, con tres mallas; y materiales 1, 2, y 3-B, con cuatro mallas.
- 2) Materiales que requieren ser triturados parcialmente y cribados. Son los materiales poco o nada cohesivos, o bien, materiales cohesivos que al extraerlos resultan terrones que pueden disgregarse y que según su composición granulométrica, contienen en cada caso, partículas mayores que la dimensión requerida. Estos materiales deberán ser triturados y cribados según una de las condiciones establecidas en el primer punto anterior.
- 3) Materiales que requieren ser triturados totalmente y cribados. Estos materiales pueden provenir de piedra extraída de mantos de roca, de piedra de pepena o de piedra suelta de depósitos naturales o desperdicios. Estos materiales deberán ser triturados y cribados según una de las condiciones establecidas en el primer punto anterior. El proyecto y/o la Autoridad Correspondiente, fijarán los materiales que deberán ser lavados y el procedimiento requerido, para eliminar arcilla, materia orgánica y otros materiales extraños al pétreo. Los materiales que requieren ser cribados deberán ser extraídos del banco y cribados por las mallas fijadas, utilizando medios mecánicos que aseguren la separación y eliminación del desperdicio y la separación, en su caso, en los tamaños especificados. Los materiales que requieren ser triturados parcialmente y cribados deberán ser extraídos del banco, triturados y cribados a través de las mallas fijadas, utilizando medios mecánicos que aseguren la trituración y separación, en su caso, en los tamaños especificados. El material deberá hacerse pasar totalmente por el equipo adecuado, aunque sólo una parte de él se triture, determinando previamente el porcentaje por triturar.
- ✓ Materiales asfálticos.

Materiales bituminosos aglutinantes, modificados o no, que mezclados con materiales pétreos seleccionados, se emplean en la construcción de carpetas y mezclas asfálticas. El cemento asfáltico modificado o no, utilizado para construcción de carpetas y mezclas asfálticas, deberá cumplir con los requisitos de calidad. El Constructor deberá presentar los reportes de laboratorio que certifiquen la calidad de los materiales asfálticos, los cuales deben cumplir con las indicaciones establecidas en el proyecto o por la Autoridad Correspondiente. Cuando lo fije el proyecto u ordene la Autoridad Correspondiente, se agregará a los materiales asfálticos algún aditivo del tipo y en la proporción fijados, para

mejorar las condiciones de adherencia con los materiales pétreos. La necesidad del aditivo deberá justificarse técnicamente con los estudios respectivos.

✓ Mezcla asfáltica

Los materiales pétreos, asfálticos y en su caso aditivos, que se empleen en la elaboración de las carpetas, se mezclarán con las proporciones adecuadas para producir una mezcla asfáltica uniforme y homogénea. Dichas proporciones se determinará mediante un diseño para mezclas de granulometría densa, semiabierta o abierta, según se trate, para obtener las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Autoridad Correspondiente. Este diseño será responsabilidad del Constructor y lo proporcionará con anticipación a la elaboración de la mezcla por utilizar. El procedimiento que se utilice para la elaboración de la mezcla es responsabilidad del Constructor, quien tendrá los cuidados necesarios para el manejo de los materiales a lo largo de todo el proceso, para que la mezcla cumpla con los requerimientos de calidad establecidos en el proyecto o aprobados por la Autoridad Correspondiente. Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Autoridad Correspondiente, con las dosificaciones de los distintos tipos de materiales pétreos, asfálticos y en su caso, aditivos utilizados en la elaboración de la carpeta asfáltica, no se obtiene una mezcla con las características de calidad establecidas en el proyecto o aprobadas por la Autoridad Correspondiente, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Constructor las corrija por su cuenta y costo.

Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Constructor. Durante el proceso de producción no se cambiará de un tipo de mezcla a otro, hasta que la planta haya sido vaciada completamente y los depósitos de alimentación del material pétreo sean cargados con el nuevo material. El equipo que se utilice será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto o aprobada por la Autoridad Correspondiente, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, conforme al programa de utilización de maquinaria, siendo responsabilidad del Constructor su selección. Los trabajos serán suspendidos en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras éstas no sean las adecuadas, considerando que no se construirán carpetas asfálticas con mezcla en caliente sobre superficies con agua libre o encharcada, cuando exista amenaza de lluvia o esté lloviendo, cuando la temperatura de la superficie sobre la cual serán construidas esté por debajo de los quince grados Celsius, o cuando la temperatura ambiente esté por debajo de los quince grados Celsius y su tendencia sea a la baja. Sin embargo, las carpetas de granulometría densa pueden ser construidas cuando la temperatura ambiente esté por arriba de los diez grados Celsius y su tendencia sea al alza. La temperatura ambiente será tomada a la sombra lejos de cualquier fuente de calor artificial. Antes de iniciar la construcción de la carpeta asfáltica con mezcla elaborada en caliente, el Constructor debe instalar las señales y los dispositivos de seguridad y para protección de obra, establecidos en el proyecto o indicados por la Autoridad Correspondiente.

La base deberá estar debidamente terminada, impregnada y preparada, dentro de las líneas y niveles, exenta de materias extrañas, polvo, grasa o encharcamientos de material asfáltico, sin irregularidades y reparados satisfactoriamente los baches que hubieran existido. No se permitirá la construcción sobre superficies que no hayan sido previamente

aceptadas por la Autoridad Correspondiente. La Autoridad Correspondiente fijará en cada caso, el lapso que debe transcurrir entre la impregnación de la base y la iniciación de la construcción de la carpeta, el cual no será menor de 24 horas. Posteriormente, se dará un riego de liga con petrolizadora o con el equipo adecuado, en toda la superficie que quedará cubierta con la carpeta, protegiendo adecuadamente las estructuras de la vialidad o contiguas que pudieran mancharse. Cuando así lo indique el proyecto, previo a la construcción de la carpeta de granulometría semiabierta o abierta, se deberá hacer un fresado de toda la superficie por cubrir, para eliminarlos defectos superficiales de la carpeta original. Inmediatamente antes de la construcción de la carpeta de granulometría semiabierta o abierta, la superficie de la carpeta sobre la que se colocará deberá tener las condiciones adecuadas de drenaje transversal y longitudinal, estar debidamente preparada, exenta de materias extrañas, polvo, grasa o encharcamientos de material asfáltico, sin irregularidades o depresiones y reparados satisfactoriamente los baches que hubieran existido. No se permitirá la construcción sobre tramos que no hayan sido previamente aceptados por la Autoridad Correspondiente.

En todos los casos de carpetas asfálticas construidas con mezcla elaborada en caliente, el Constructor deberá recabar previamente la aprobación de la Autoridad Correspondiente, tanto del procedimiento de construcción como del equipo que pretenda usar. El Constructor deberá presentar a la Autoridad Correspondiente los reportes de laboratorio, con los resultados del muestreo y de los ensayos que certifiquen la calidad de los materiales que se pretendan usar para la elaboración de la mezcla asfáltica; además deberá presentar el diseño de la mezcla por elaborar, los cuales deberán ser autorizados previamente por la Autoridad Correspondiente. El material pétreo deberá ser calentado y secado para que la humedad que contenga sea inferior a 1%, antes de introducirlo a la mezcladora. La temperatura del material pétreo deberá estar comprendida entre 120 ° C y 160 ° C en el momento de agregarle el cemento asfáltico y la temperatura de la mezcla deberá estar comprendida entre 120 ° C y 150 ° C al salir de la planta de elaboración. Estas temperaturas podrán variar de acuerdo con los materiales utilizados y el diseño particular de la mezcla correspondiente. La mezcla asfáltica elaborada en caliente deberá transportarse en vehículos con caja metálica, cubierto con una lona que lo preserve del polvo, materias extrañas y de la pérdida del calor durante el trayecto. La superficie interior de la caja deberá estar siempre libre de residuos de mezcla asfáltica, para evitar que se adhieran a la misma. La mezcla asfáltica deberá tenderse con el equipo adecuado para este trabajo, del tipo pavimentadora -extendedora autopropulsada, capaz de esparcir y pre compactar la capa de carpeta que se tienda, con el ancho, sección y espesor establecidos en el proyecto, incluyendo los acotamientos y zonas similares. Estarán equipadas con los dispositivos necesarios para un adecuado tendido de la carpeta asfáltica, como son: un enrasador o aditamento similar, que pueda ajustarse en el sentido transversal, con calefactor para ser calentado en caso necesario y proporcionar una textura lisa y uniforme, sin protuberancias o canalizaciones; una tolva receptora de la mezcla asfáltica con capacidad para asegurar un tendido homogéneo, equipada con un sistema de distribución mediante el cual se reparta la mezcla uniformemente frente al enrasador y sensores de control de niveles. En áreas irregulares o de difícil acceso, la mezcla asfáltica puede extenderse y terminarse a mano, previa autorización de la Autoridad Correspondiente.

Es recomendable utilizar un equipo especial para verter la mezcla asfáltica a la máquina pavimentadora, mejorando así la uniformidad superficial de la carpeta y evitando la segregación del material pétreo. La mezcla deberá vaciarse dentro de la caja receptora de

la máquina pavimentadora y ser inmediatamente tendida por ésta en el espesor y ancho fijada en el proyecto u ordenada por la Autoridad Correspondiente. La velocidad de operación debe regularse de manera que el tendido siempre sea uniforme en espesor y acabado. El tendido de la mezcla se hará en forma continua, utilizando un procedimiento que minimice las paradas y arranques de la máquina pavimentadora.

En los pavimentos de granulometría densa, las juntas de construcción longitudinales, en caso de que el tendido se haga en dos o más franjas, con un intervalo de más de un día entre franja y franja, deberán recortarse aproximadamente a 90° y ligarse con cemento asfáltico o con una emulsión asfáltica de fraguado rápido, antes de proceder al tendido de la siguiente franja. Esto se puede evitar si se elimina la junta longitudinal utilizando máquinas pavimentadoras en batería. La cara expuesta de las juntas transversales deberá recortarse aproximadamente a 45° antes de iniciar el siguiente tendido y también deberán ligarse con cemento asfáltico o con una emulsión asfáltica de fraguado rápido, antes de proceder al tendido del siguiente tramo. Cuando se trate de carpetas de granulometría semiabierta o abierta, se pueden evitar las juntas longitudinales utilizando máquinas pavimentadoras en batería. Cuando esto no sea posible, no se utilizarán productos asfálticos para ligar las juntas de dos franjas sucesivas o en la continuación de una franja con otra, debido a la obstrucción que pueden producir al drenaje dentro de la carpeta. Es importante que, por ningún motivo, se obstruya el drenaje interior en cualquier tramo. La cara expuesta de las juntas transversales deberán recortarse aproximadamente a 45° antes de iniciar el extendido del siguiente tramo. No se utilizarán productos asfálticos para ligar los tramos. En cualquier caso, las juntas longitudinales se dejará una franja de 10 a 15 cm sin compactar, para traslape y compactación con la siguiente franja. La última franja se compactará en todo el ancho. Se tendrá especial cuidado para que el enrasador traslape las juntas y el control del espesor deberá ser ajustado de tal manera que al ser compactado, el pavimento quede con los niveles establecidos en el proyecto o aprobados por la Autoridad Correspondiente. En el caso de carpetas de granulometría densa, de ser necesario, la mezcla se extenderá encapas sucesivas, con un espesor no mayor que aquel que el equipo sea capaz de compactar. El tendido de carpetas de granulometría semiabierta o abierta, se hará en una sola capa. Con la frecuencia necesaria deberán limpiarse perfectamente todas aquellas partes de la máquina pavimentadora en que hayan podido quedar residuos de mezcla. La Autoridad Correspondiente fijará al Constructor la longitud máxima de los tramos en que podrá tenderse la mezcla asfáltica, de acuerdo con el equipo de compactación de que se disponga y de la temperatura ambiente durante las horas laborables. La mezcla asfáltica para carpetas de granulometría densa deberá tenderse a una temperatura mínima de 110 ° C. Después de tendida, inmediatamente deberá plancharse uniforme y cuidadosamente por medio de una aplanadora tipo tándem adecuada para dar un acomodo inicial a la mezcla; este planchado deberá efectuarse longitudinalmente a media rueda; con peso de 8 a 10 Ton, una velocidad de 6 a 7 km/h y con tres pasadas como mínimo del rodillo metálico liso. A continuación se ejecutará la compactación final utilizando compactadores neumáticos adecuados; con un peso de 8 a 10 Ton y velocidad de 5 a 7 km/h; para alcanzar un mínimo de 95% del peso volumétrico máximo de la prueba de Diseño Marshall que fije el proyecto u ordene la Autoridad Correspondiente. La temperatura de la mezcla asfáltica, al iniciarse el acomodo por compactación con el rodillo metálico liso, deberá ser de 100 ° C a 110°C, la compactación final mediante la aplicación de compactadores neumáticos se iniciará como mínimo a los 85 ° C y en general, la compactación de la carpeta deberá terminarse a una temperatura mínima de 65° C.

Señalamiento y dispositivos de seguridad

Una vez terminada la superficie de rodamiento, se aplicarán las marcas, dispositivos y señales elevadas sobre el pavimento y sobre objetos adyacentes a este, tal como se indica en los planos de proyecto de señalamiento horizontal y vertical y/o lo que ordene la supervisión de obra, las cuales se ejecutarán de acuerdo con lo señalado en la **NORMATIVA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE, NORMAS, DE LA SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES (SCT)**.

Bancos de Material²

Los bancos de material o bancos de préstamo, son sitios que ostentan material geológico que cumple con ciertas características establecidas por la normatividad vigente de la S.C.T. Para los trabajos se recomienda extraer material bancos propuestos del inventario propuesto por el SCT.



Figura II.12. Bancos de material propuestos por la SCT para el estado de Quintana Roo. En rojo se indica los bancos cercanos al sitio del proyecto.

² http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Banco_de_Materiales_2013/MORELOS_BANCOS_2013.pdf

II.3. Obras y/o actividades provisionales

Se entiende por obras provisionales a todas aquellas obras que el contratista debe diseñar, construir, instalar y retirar, y que son necesarias para la ejecución del proyecto en todas y cada una de sus etapas; para el presente proyecto, será necesario realizar:

1. Caminos de acceso.
2. Almacén, Bodega, Taller y Patios de Maquinaria (estacionamientos).
3. Campamento (Oficinas, Dormitorios y Comedores).
4. Instalaciones Sanitarias.
5. Bancos de préstamo.
6. Sitios para la disposición de residuos peligrosos y no peligrosos.

Caminos de acceso

Como se trata de la modernización de una vía existente el principal camino de acceso al área es el mismo camino a modernizar, este se deberá ampliar y pavimentar por secciones, en un solo carril, para que el tránsito circule por el carril que se encuentre libre, para después pavimentar el otro carril. Aunque por tratarse de un camino en operación se deberá considerar la desviación del tránsito vehicular ya que existirán sitios donde se requieran construir obras de drenaje. No se permitirá la apertura de caminos de acceso

Centro de acopio de materiales, bodega, taller y patios de maquinaria

Centro de Acopio de Materiales: En este sitio se depositaran temporalmente los materiales a utilizar en la obra (grava, arena, rocas y material pétreo), que pueden sufrir pérdidas o deterioro por su exposición a la intemperie. La capacidad del depósito la determinara el flujo de materiales de acuerdo con el programa de trabajo, el tamaño y materiales con que se construya, en promedio la superficie requerida puede variar entre 500 y 1000 m². La ubicación o localización del centro de acopio será de libre elección del contratista teniendo en cuenta que se deberá de construir sobre un terreno plano y que no presente vegetación nativa, además de contar con un permiso previo a la construcción de estas obras por parte de las autoridades correspondientes.

Bodega: En este lugar se guardan los insumos, el equipo y las refacciones que se utilizaran durante la obra, como son las siguientes: Herramienta menor, combustible, aceite, lubricantes, aditivos, accesorios y material de poco volumen (clavos, alambre). Además de que también se podrán guardar los repuestos del equipo de seguridad de los trabajadores (cascos, overoles, googles, etc.). La bodega o almacén es un cuarto comúnmente construido con láminas de cartón sostenidas sobre una estructura de madera (polines). Para proteger el suelo donde se ubica la bodega de posibles derrames de sustancias nocivas se deberá de ubicar una capa de concreto de aproximadamente 10 cm de espesor o proteger el suelo con un polímero resistente que no permita infiltraciones al suelo. Las dimensiones de la bodega no deberán superar los 50.00 m². La capa de concreto deberá de estar ubicada en toda el área donde se encuentre la bodega y hasta 3 metros de distancia de la periferia de la misma. La bodega deberá desaparecer (desmantelarse) al finalizar la pavimentación. Al igual que la capa de concreto. En otros casos, se podrá recomendar a la empresa constructora la renta de instalaciones dentro

del poblado, esto garantizara la nula afectación sobre el suelo, además de que generara ganancias para los arrendatarios.

Taller: El taller es un área donde se repara la maquinaria que labora durante la obra. La única recomendación es que se ubique en un lugar plano; esto con la finalidad de proteger el suelo donde se ubica el taller de posibles derrames de sustancias nocivas (aceite, diesel), se deberá ubicar una capa de concreto de aproximadamente 10cm de espesor, misma que deberá de tener una pendiente hacia un deposito donde se deberá de recolectar todo e aceite usado para que posteriormente sea entregado a la empresa encargada de recolectar los residuos peligrosos. La superficie en la que se puede ubicar un taller puede variar pero en promedio puede ser de 100 a 500 m². La capa de concreto deberá de estar ubicada en toda el área donde se encuentre el taller y hasta 5 metros de distancia de la periferia de la misma. Este taller deberá de ser removido al finalizar el proyecto. Al igual que la capa de concreto.

Patios de Maquinaria (estacionamientos): Estos sitios se habilitan para estacionar la maquinaria, al término de la jornada de trabajo diaria, el principal patio de maquinaria se ubicara cerca del campamento, en este sitio se debe tener especial precaución ya que en muchas ocasiones la maquinaria presenta derrames de aceite o combustible. Para minimizar el impacto sobre el suelo por contaminación de hidrocarburos recomendamos que se recubra el suelo con una capa de concreto de 10cm de espesor. Esta capa debe ser retirada al término de la pavimentación y escarificar el suelo de este sitio para poder reforestar con pasto o árboles nativos. De no ser viable la construcción de la capa de concreto se recomienda recubrir con algún tipo de membrana plástica que cubra el suelo.

Campamento (Oficinas, Dormitorios y Comedores)³: La construcción del campamento es otra de las obras provisionales que requerirá el proyecto de construcción del camino. Acorde con el contrato y de común acuerdo con el promovente, el contratista levantará en un sitio cercano a la obra una caseta o construcción provisional, que reúna los mínimos requisitos de higiene, comodidad, ventilación, y ofrezca protección y seguridad. En el campamento se podrán emplear construcciones existentes que se adapten cabalmente a los requerimientos especificados.

1. Oficinas: Las oficinas son sitios que sirven para realizar todas las actividades correspondientes de revisar planos y las nóminas de los trabajadores, recibir y responder oficios, ejecutar correcciones del proyecto geométrico, verificar datos topográficos etc.
2. Dormitorios: Los dormitorios son útiles para que la gente que labore en la obra pueda descansar al finalizar su jornada. Por lo tanto deberán de contar con sitios adecuados para descansar cómodamente. Los dormitorios son cuartos comúnmente construidos con láminas de cartón sostenidas sobre una estructura de madera (polines).

³ Solo debe hacerse hincapié que en la zona definida como Subzona de Preservación de la ANP donde recae el proyecto del Km 3+040 al Km 7+211 no se permite la instalación de ningún tipo de infraestructura de apoyo al proyecto, así como tampoco se permite que pernocte maquinaria ni personal.

3. Comedor: El comedor será un lugar limpio en donde los trabajadores que laboren en la obra puedan alimentarse durante el tiempo que duren los procesos de construcción.

Las oficinas solo podrán ser instaladas en la comunidad Venustiano Carranza.

Instalaciones sanitarias

Debido a que ya existe un camino, se facilita el transporte de los servicios sanitarios portátiles, recomendándose instalar servicios sanitarios en los frentes de trabajo y en los campamentos en cantidad suficiente, para cubrir la demanda del personal que labore en la obra (1 sanitario por cada 12 trabajadores). Estas instalaciones podrán ser portátiles o semi-portátiles. La recolección de los residuos generados por este servicio quedará a cargo de la empresa que preste el servicio de los sanitarios portátiles, así como su mantenimiento mientras dure la construcción y la recolección al término del proyecto.



Figura II.13. Baños portátiles (Imágenes de archivo; 2013).

II.4. Servicios requeridos

Electricidad

Para la obtención de este tipo de energía durante las actividades de construcción se recurrirá a utilización de plantas de luz portátiles con capacidad de generación de 220 voltios. Dicha planta funcionara con diésel que podrá ser adquirido en las estaciones de servicio más cercanas. En el caso de oficinas y/o campamentos, este servicio será contratado directamente con la CFE.

Combustibles

Los combustibles utilizados serán gasolina y diésel, mismos que permitirán el funcionamiento de maquinaria y equipo de soldadura durante las actividades de construcción. Los combustibles serán abastecidos a través de contenedores de metal o plástico y estarán diseñados para evitar la pérdida por evaporación o derrame, además de que deberán ser seguros para su transporte. Como se mencionó, los combustibles podrán ser abastecidos en cualquiera de las estaciones de servicio más cercanas, a razón de lo anterior no se considera el almacenamiento de dichos productos en el área de trabajo. De acuerdo a lo que establece el reglamento de PEMEX, el de la SCT y la NOM-001-SCT2-1994, NOM-020-SCT2-1994 y la LGEEPA, solo se podrá transportar un máximo de

20,000 litros; sin embargo el suministro de los combustibles estará de acuerdo a la demanda de consumo que se tenga en el frente de obra.

Requerimientos de agua

Durante la etapa de construcción se requiere de agua cruda para los procesos de riego, mezcla y limpieza. Esta se abastecerá a través de pipas que podrán ser adquiridas a través del municipio de Bacalar.



Figura II.14. Utilización de agua cruda para procesos de aspersión y riego, esta actividad reducirá el levantamiento de polvos productos del movimiento de tierras. (Imágenes tomadas del Proyecto Zapotillo, CONAGUA, 2010).

En lo que respecta al agua potable (consumo humano), el contratista proveerá el servicio en los frentes de obra a través de la disposición de garrafones de 20 litros. Se estima que durante la construcción de la obra se deberán abastecer un promedio de 2800 garrafones de agua durante el periodo que dura las actividades de modernización de la obra.



Figura II.15. Abastecimiento de agua purificada para consumo humano (Imágenes tomadas del Proyecto Zapotillo, CONAGUA, 2010).

II.5. Requerimientos de personal, maquinaria

II.5.1. Personal

Para la ejecución de las actividades construcción será requerido personal con diversas capacidades técnicas, operativas y de logística; en el caso del personal técnico y operativo se podrá contratar en las comunidades cercanas (Monte Olivo, Venustiano carranza, La Isla, Caanán, Los Girasoles, San José de la Cruz, El Huanal, El Mirador, Nueva Cunducan, Francisco Villa, Plan de la Noria, Dieciocho de Marzo, La Primavera, Guadalupe Victoria), esto con la finalidad de poder elevar el nivel de vida de las familias de la región a través del incentivo económico que derive de la prestación de los servicios. El personal logístico es parte del staff que maneja la constructora que se adjudique el proyecto; sin embargo y en caso de ser necesario este capital humano podrá ser requerido también de la región.

Tabla II.13. Relación de personal requerido para la ejecución de los trabajos de construcción del proyecto.

Cantidad	Puesto	Etapas del proyecto	Tipo de mano de obra	Tipo de empleo	Local
3	Supervisor de obra	Todas	Calificada	Temporal	No
9	Topógrafo	Construcción	Calificada	Temporal	No
9	Cabo	Construcción	calificada	Temporal	No
20	Cadenero	Construcción	No calificada	Temporal	Si
20	Estadaletero	Construcción	No calificada	Temporal	Si
8	Operador de máquina mayor	Todas	Calificada	Temporal	Si
6	Operador de máquina menor	Todas	Calificada	Temporal	Si
6	Chofer	Todas	No calificada	Temporal	Si
12	Cuadrillas de herrería	Construcción	Calificada	Temporal	Si
12	Cuadrillas de albañilería	Construcción	Calificada	Temporal	Si
10	Carpintero obra negra	Construcción	Calificada	Temporal	Si
5	Pintor	Operación y mantenimiento	Calificada	Temporal	Si
70	Ayudante general	Todas	No calificada	Temporal	si

II.5.2. Maquinaria

La maquinaria y equipo que serán utilizados para los trabajos de preparación del sitio y construcción de la obra será requerida la siguiente maquinaria.

Tabla II.14. Relación de maquinaria.

Tipo	Cantidad	Uso
Motoconformadora 120 G	4	Nivelación de Terracerías y Pavimentos
Retroexcavadoras Komatsu	6	Nivelación de Terracerías y Pavimentos
Vibrocompactadores CA-25	5	Nivelación de Terracerías y Pavimentos
Camión pipa	2	Terracerías, Pavimento y Drenaje
Camión de volteo	20	Terracerías, Pavimento y Drenaje
Trascabo	8	Nivelación de Terracerías
Camionetas de Redilas	10	Terracerías, Pavimento y Drenaje
Compactador Neumático	3	Pavimentos
Orquestas	2	Pavimentos
Trascabo	4	Carga de materiales seleccionados
Motoconformadora	3	Acamellonar, extender, homogeneizar y tendido de material
Camión pipa	5	Acarreo de agua
Barredora	2	Barrido de la superficie por tratar
Petrolizadora	1	Calentamiento, bombeo, riego asfáltico FR-3
Cepillo de barrido	2	Limpieza general de la obra
Tractor pata de cabra D-8	6	Nivelación de Terracerías
Tractor Komatsu D-8	6	Nivelación de Terracerías

II.6. Etapas de operación y Mantenimiento

Una vez concluida la obra de modernización (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y de mejoramiento (del Km 3+040 y del Km 7+211), se realizarán las actividades correspondientes de supervisión para que esta pueda iniciar con la operación; a partir de este momento la circulación de vehículos será frecuente y de manera indefinida. En relación al mantenimiento se espera que la principal actividad sea la remoción de materiales acumulados en las distintas obras de drenaje para evitar bloqueos y/o desvíos de la corriente del agua; otra actividad será la reparación de los posibles señalamientos que sean colados en la obra, sobre todo aquellos relacionados con el cuidado al ambiente; además, la promotora realizará actividades tales como bacheo, renivelación y reencarpetado; la periodicidad deberá incluirse según los reportes del

estado del pavimento y el programa de mantenimiento general a lo largo de la vida útil de la carretera.

- ✓ Mantenimiento Preventivo: Esta etapa consiste en la realización de trabajos de conservación en los que no se requiere de herramientas especiales o de gran tamaño para procedimientos como reposición de señales, mantenimiento de taludes, pintura y reposición de material de la superficie de rodamiento.
- ✓ Mantenimiento Mayor: Este mantenimiento consiste en trabajos en los que se requiere del cierre de un carril o de un cuerpo de circulación de la vialidad con el fin de realizar trabajos de reencarpetado o mantenimiento mayor de la superficie de rodamiento y señalamiento.
- ✓ Verificación del nivel de servicio: Esta actividad consiste en la realización de recorridos de prueba con un vehículo de diseño y con cuatro pasajeros que determinarán el nivel de servicio de la vialidad.
- ✓ Recorridos de revisión: Lo recorridos de revisión son actividades encaminadas al control y supervisión de los trabajos de mantenimiento y de operación del camino. El proyecto no se abandonará, toda vez que se trata de una vialidad de altas especificaciones que estará en uso continuo.
- ✓ Reposición de señales: Estas actividades se llevarán a cabo cada vez que una señal deba reponerse o cambiarse con el fin de brindar una adecuada señalización y se prevengan accidentes.

II.7. Generación, manejo disposición de residuos, descargas y control de emisiones.

Este tipo de materiales de desecho se generarán principalmente durante las etapas de construcción y operación del proyecto.

II.7.1. Residuos solidos

El primer tipo de residuo que se generara, el producto vegetal derivado del derribo de los elementos arbóreos, arbustivos y herbáceos presentes en el área de ceros del proyecto; los cuales serán aprovechados por los pobladores (elementos arbóreos) y el resto será trozado y revuelto con las tierras productos de la excavación; esto con la finalidad de que se reincorporen al medio y sean aprovechados en la formación del terraplén. Como se mencionó la madera producida será aprovechada por los pobladores. El otro tipo de RSU que se generarán son el papel, cartón, residuos orgánicos, vidrio y latas. En cuanto a los residuos sólidos industrializados, se prevé la generación de bolsas de papel, empaques de cartón, plásticos y vidrio entre otros. Se estima que los trabajadores de la obra

produzcan un promedio de 250.80 Kg de RSU⁴ al día. Estos residuos deberán ser dispuestos al sistema de limpia municipal a través de convenios entre la empresa constructora y el Ayuntamiento de Bacalar o José María Morelos. En caso de que el ayuntamiento no cuente con el servicio de recolección; se deberá contratar una empresa especializada en el manejo de este tipo de residuos. POR NINGÚN MOTIVO SE DEBERÁ QUEMAR o DISPERSAR LOS RSU producidos en cualquiera de las etapas de construcción. Para que los trabajadores dispongan de manera correcta los RSU la constructora dispondrá de hasta 6 botes de basura (clasificados por color leyenda) de hasta 200 lts cada uno en cada frente de obra.

En cuanto a los residuos sólidos industrializados derivados del mantenimiento de los vehículos de construcción y transporte de empleados tenemos que dichas actividades se realizaran en lugares autorizados, y que cumplan con lo establecido NOM-052-SCT2-1993, NOM-053-SCT2-1993 y la NOM-052-SEMARNAT-1994, dichos talleres deberán embalar y poner a disposición de una empresa autorizada por SEMARNAT para la disposición definitiva de estos materiales peligrosos. Derivado de lo anterior Estará estrictamente prohibido hacer cualquier reparación mayor de la maquinaria en el frente de obra o fuera de talleres autorizados, incluyendo actividades como cambio de aceite. Se espera que durante la operación del proyecto se produzcan RSU producto del tránsito de algunos usuarios, los cuales dispondrán de manera accidental y/o intencional dichos sólidos y con el tiempo podrían promover la acumulación de dichos residuos; en este sentido, dichos productos deberán ser retirados de forma periódica por las cuadrillas de mantenimiento del camino y serán dispuestas en los sitios autorizados por la autoridad local.

II.7.2. Residuos Peligrosos y/o Sustancias Peligrosas

Según la definición de sustancia peligrosa de la LGEEPA dice que es aquella sustancia que por sus altos índices de inflamabilidad, explosividad, toxicidad, reactividad, radioactividad, corrosividad o acción biológica puede ocasionar una afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes. En la realización del proyecto se utilizan sustancias que poseen alguna de las características CRETIB, principalmente tóxicas e inflamables, sin embargo y considerando la definición de las líneas anteriores, el cual indica que la cantidad es un factor de importancia, para considerarlas peligrosas, tenemos que la cantidad que se utilizara, no las convierte en sustancias peligrosas potenciales. Las únicas sustancias peligrosas que serán generadas, serán los aceites y combustibles que se utilizarán para la maquinaria utilizada en las diferentes etapas del proyecto. Sin embargo, el mantenimiento de la maquinaria será realizado fuera de la zona de trabajo (patio de maquinaria, la empresa rentara un lugar en poblado más cercano). Será necesario que el Residente de la Obra considere un monitoreo ambiental para evitar el derrame de combustibles.

Es importante mencionar que el grado de peligrosidad de estas sustancias aumenta conforme aumenta la cantidad de manejo o de almacenamiento. En las etapas de modernización del proyecto, se espera que las cantidades a emplear no sean tan altas

⁴ Se prevé la generación de residuos como bolsas de papel, empaques de cartón, vidrio y plásticos, así como latas vacías o con algún contenido de pinturas, solventes, aceite o lubricantes, aceites usados y estopa impregnada de grasas, éstos últimos por su volumen no pueden considerarse como peligrosos.

como en una actividad industrial, ni tampoco conlleva actividades altamente riesgosas. Sin embargo no deja de ser importante el buen manejo de estas sustancias para evitar cualquier tipo de accidente por muy pequeño que sea. En el caso de llegar a tener un accidente es conveniente contar con las Hojas de Datos de Seguridad de Materiales, así como con la Guía Norteamericana de Respuesta en Caso de Emergencia (GRENA 96) para saber qué hacer en un accidente durante el transporte de un material peligroso. Las hojas de Datos de Seguridad de Materiales se solicitan a los distribuidores de las sustancias peligrosas y la GRENA96 se puede solicitar a SCT. La disposición temporal se realizará en contenedores metálicos o de plástico rotulados con capacidad de 200 litros ubicados en un sitio específico de la obra. Los residuos sólidos municipales como la basura generada por el consumo de alimentos de los trabajadores, las bolsas de cemento, cal hidra, envases, empaques diversos, se dispondrán de acuerdo a lo autorizado por el departamento de limpia pública de los municipios correspondientes. La clasificación de los residuos serán los siguientes:

Tabla II.15. Clasificación de los residuos comunes producidos durante la obra.

Clasificación	Tipo de residuos
Residuos sólidos-orgánicos-no peligrosos	Restos de alimentos en general.
	Papeles y cartones.
Residuos sólidos-inorgánicos-no peligrosos	Vidrios.
	Plásticos y latas.
Residuos líquidos-orgánicos	Sanitarios /Agua Residual.
Residuos sólidos-peligrosos	Estopas y cartones impregnados de aceite, grasa o algún otro material combustible.
	Botes vacíos de aceite, grasas, combustible, solventes y pintura.
	Piezas inservibles de la maquinaria (En caso de ser necesario su cambio en sitio).

Todos estos residuos se colocarán en contenedores con tapa y bajo techo y se procederá y se hará entrega mediante el Manifiesto Generador de Residuos Peligrosos, a la empresa transportista y de disposición final; verificando que esta empresa cuente con las autorizaciones respectivas. Se estima que por el tiempo que estará la maquinaria será mínima la producción de residuos catalogados como peligrosos; sin embargo, su manejo se realizará de la siguiente manera:

- a) En el caso de los vehículos y camiones de volteo el servicio lo realizarán en talleres mecánicos, por lo que el manejo será responsabilidad de dichos talleres.
- b) Para el caso en particular de la maquinaria (retroexcavadora), su mantenimiento se efectuará en un taller especializado, por lo que al igual que el caso anterior el

manejo de los residuos peligrosos que se generen será responsabilidad del taller mecánico.



Figura II.16. Difusión del manejo de Residuos Sólidos y catalogados como Peligrosos.

No estará permitido el mantenimiento o reparación de la maquinaria o del equipo dentro del sitio de trabajo.

II.7.3. Emisiones a la Atmósfera

En la fase de construcción, se generará polvo en casi todas las actividades, también se generarán emisiones a la atmósfera por los automotores, pero se consideran pocas en comparación con las que se generen durante las operaciones de trazo. Durante esta actividad los residuos generados principalmente, descargarán a la atmósfera en forma de: Emisiones atmosféricas, los acarreo de material se llevan a cabo utilizando camiones de volteo, los cuales a su vez producto de la combustión interna durante su operación, producen emisiones de PTS, SO₂, CO_x, NO_x e Hidrocarburos a la atmósfera. Y polvo, La producción de polvo se genera durante el acarreo de los materiales. Este tipo de emisiones se pueden controlar en su totalidad, cubriendo las cargas con lonas que cubran totalmente el material geológico, para evitar este tipo de emisiones.

Durante la etapa de operación, las fuentes móviles que emplean diésel serán las que circulen con mayor afluencia, debido a la importancia agrícola de la región; mientras que los automotores que empleen gasolina como combustible circularan en menos escala. El tránsito vehicular del proyecto implicará la emisión de dióxido de azufre, óxido de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos y partículas suspendidas. Las cantidades y concentraciones de las emisiones varían dependiendo de los siguientes factores:

- ✓ Densidad del flujo vehicular
- ✓ Tipo de combustible (gasolina o diesel)
- ✓ Calidad de combustible (gasolina o diesel)
- ✓ Cilindrada y estado de detalle de los motores
- ✓ Aceite quemado por el efecto de desperfectos mecánicos.

Los factores mencionados no pueden ser estandarizados a condiciones constantes, puesto que son características que oscilan entre un vehículo y otro. No obstante, si se

consideran límites máximos permisibles de emisiones contaminantes, y que fueron publicados por el DOF en la NOM-041-SEMARNAT-2006 y la NOM-045-SEMARNAT-2006. Adicionalmente, la dispersión de los contaminantes así como la emisión dependerá de varios factores tales como la velocidad del viento, la temperatura ambiental, la humedad relativa, y la concentración inicial del contaminante.

II.7.4. Ruidos

Durante la fase de preparación y construcción se producirán incrementos de nivel sonoro debido a la utilización de maquinaria pesada y por el incremento de tráfico rodado de camiones para transporte de materiales. Sin embargo, la generación de estos ruidos es propia de trabajos de esta índole y su duración es de corto plazo e intermitente, por lo que dicho ruido no implican afectación a la población. Dicha emisión se considerará como no significativa en función de su generación local, aunque su intensidad estará en función del cumplimiento de las normas aplicables por parte de los propietarios o conductores. Estos niveles de ruidos se reducirán siempre que se cumplan con las limitaciones impuestas por el Reglamento de Tránsito local, por lo que deberán cumplir con los niveles máximos permisibles de emisión de ruido por las normas ecológicas en vigor (NOM-080-SEMARNAT-1994) que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes del escape de ruidos automotores, motocicletas triados motorizados en circulación y su método de medición) o de los ordenamientos y límites que la autoridad establezca en lo futuro.

Tabla II.16. Valores de ruido producido para la maquinaria que será utilizada durante los trabajos.

Fuente	Nivel de ruido pico dB(a)	A 15 m de la fuente dB (a)	A 20 m de la fuente dB (a)	A 105.03 m de la fuente dB (a)	A 120 m de la fuente dB (a)
Pick up	92 dB	72 dB	66 dB	105.3 dB	54 dB
Camión de volteo	108 dB	88 dB	82 dB	76 dB	70 dB
Mezcladora de concreto	105 dB	85 dB	79 dB	73 dB	67 dB
Tractor	107 dB	87-102 dB	81-96 dB	75-90 dB	69-84 dB
Cargador	104 dB	73-86 dB	67-80 dB	61-74 dB	55-68 dB
Motoconformadora	108 dB	88-91 dB	82-85 dB	76-79 dB	70-73 dB

II.8. Etapa de abandono del sitio

Al tratarse de una obra de infraestructura vial que dará servicio permanente a diversas comunidades de los municipios de Bacalar y José María Morelos, se considera que el tiempo de vida útil es indefinido; por tal motivo no se considera ningún programa a futuro de posibles cambios a consecuencia del abandono del sitio, así como de infraestructura desmantelada y/o posibles residuos resultantes. Sin embargo al término de los trabajos de modernización se deberá considerar acciones conducentes a restablecer las condiciones iniciales del proyecto retirando maquinaria, materiales y equipo, así como letrinas y tambos de recolección de residuos sólidos.

II.9. Utilización de Explosivos

Este apartado no aplica ya que para las actividades de mejoramiento, modernización, adecuación y rehabilitación del eje del proyecto propuesto no se requiere del uso de explosivos.

CAPÍTULO III

VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

En este capítulo se analiza la congruencia del proyecto con las normas y estrategias de los diferentes instrumentos normativos y de planeación aplicable y vigente en el área de estudio. De esta forma, se integran fuentes de información del nivel federal, estatal y municipal, los cuales pudieran tener dominio en el área del proyecto, todo esto con el firme objetivo de conocer y cumplir los lineamientos observados en la ejecución del proyecto **“MODERNIZACIÓN DEL CAMINO MONTE OLIVO – VENUSTIANO CARRANZA, TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 12+000, CON UNA META DE 12.0 KM, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO”** con pretendida ubicación en los municipios de José María Morelos y Bacalar, en el estado de Quintana Roo.

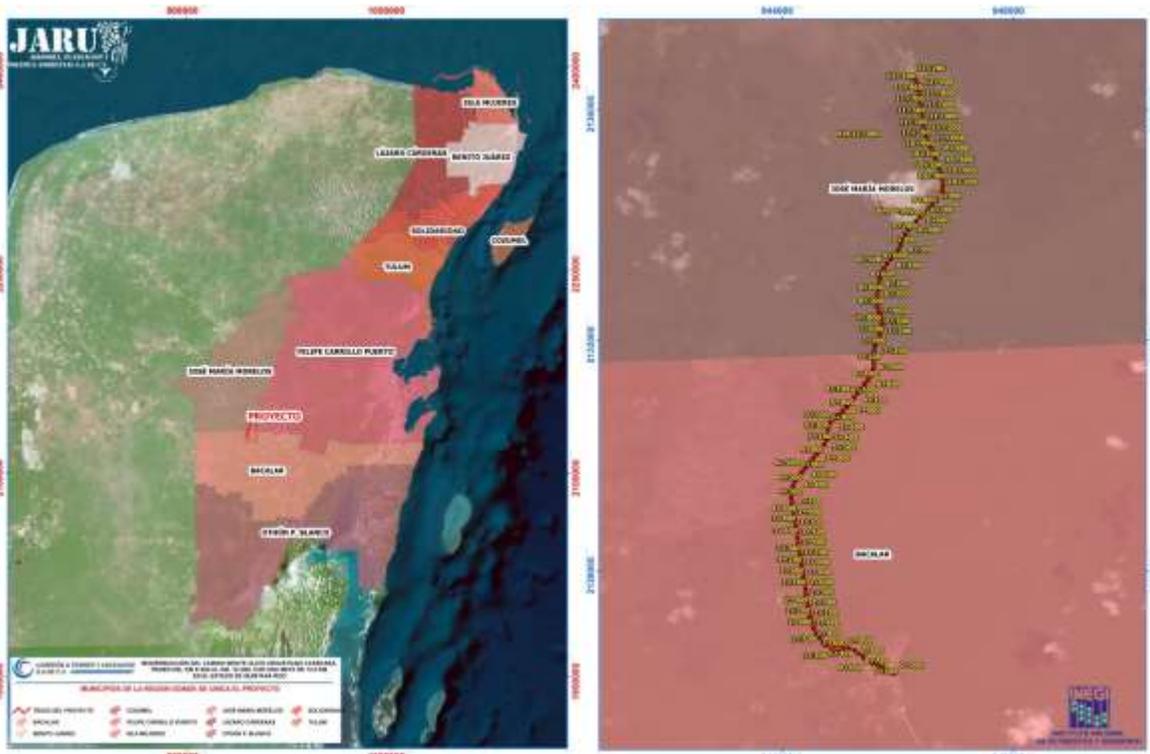


Figura III.1. El área del proyecto se encuentra asentada dentro de los municipios José María Morelos y Bacalar, en el estado de Quintana Roo.

El objetivo central de este análisis es el de conocer y cumplir con los lineamientos que deberán ser observados para las actividades descritas en capítulos anteriores, referentes a la **“MODERNIZACIÓN DEL CAMINO MONTE OLIVO – VENUSTIANO CARRANZA, TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 12+000, CON UNA META DE 12.0 KM, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO”**, así como asegurar que no exista interferencia con algún otro plan, programa o proyecto.

III.1. Cumplimiento de planes y programas sectoriales

En los siguientes párrafos se desarrolla un análisis de los planes y programas de ámbito federal, estatal y municipal que son aplicables al tipo de proyecto.

III.1.1 Vinculación con planes y programas nacionales

Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018

El Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (PND), fue presentado en cumplimiento del Artículo 26 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y se ha elaborado de acuerdo a lo establecido en la Ley de Planeación, siendo publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de mayo de 2013. El PND tiene como finalidad establecer los objetivos nacionales, las estrategias y las prioridades que durante la presente administración deberán regir la acción del gobierno y serán la base para los programas sectoriales, especiales, institucionales y regionales.

El Plan Nacional de Desarrollo tiene como objetivo general llevar a México a su máximo potencial; se compone de cinco metas nacional, las cuales son:

- I. México en Paz
- II. México incluyente
- III. México con Educación de Calidad
- IV. México Próspero
- V. México con Responsabilidad Global

A su vez, el PND 2013-2018 propone tres Estrategias Transversales, que se centralizan en i) Democratizar la Productividad, ii) Gobierno Cercano y Moderno y iii) Perspectiva de Género.

Un México Próspero, tiene como objetivo mantener la estabilidad macroeconómica del país, mediante la implementación de diferentes estrategias; entre estas, impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo; implementar una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad; Fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono; Abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva.

Actualmente, la red carretera del país suma 374,262 Km. De ellos, 49,169 Km conforman la red federal (8,459 km son autopistas de cuota y 40,710 km constituyen la red federal libre de peaje). Las redes troncal e intertroncal de 24,308 km se consideran estratégicas, ya que conectan el 70% de las poblaciones del país. Dentro de los principales retos que enfrenta el sector transporte se encuentra el de elevar la seguridad vial, ya que cada año se suscitan entre 3.3 y 3.8 millones de accidentes de tránsito.

En la última década, la inversión impulsada por el sector público en infraestructura en México ha aumentado de 3.1% del PIB a 4.5%. Lo anterior ha contribuido a satisfacer parte de los requerimientos de infraestructura. Sin embargo, sigue existiendo un largo

camino por recorrer. La calidad de la infraestructura en algunos de los casos es baja y la conectividad del país debe incrementarse.

Acorde con lo que se establece en el PND, el Objetivo 4.9, señala importante contar con una infraestructura de transporte que se refleje en menores costos para realizar la actividad económica. De esta forma, la estrategia se basa en **modernizar, ampliar y conservar la infraestructura de los diferentes modos de transporte, así como mejorar su conectividad bajo criterios estratégicos y de eficiencia.**

Líneas de acción

- Fomentar que la construcción de nueva infraestructura favorezca la integración logística y aumente la competitividad derivada de una mayor interconectividad.
- Evaluar las necesidades de infraestructura a largo plazo para el desarrollo de la economía, considerando el desarrollo regional, las tendencias demográficas, las vocaciones económicas y la conectividad internacional, entre otros.

De esta forma, en el sector carretero se tiene previsto:

- Consolidar y/o modernizar los ejes troncales transversales y longitudinales estratégicos, y concluir aquellos que se encuentren pendientes;
- **Mejorar y modernizar la red de caminos rurales y alimentadores;**
- **Conservar y mantener en buenas condiciones los caminos rurales de las zonas más marginadas del país;**
- Modernizar las carreteras interestatales;
- Llevar a cabo la construcción de libramientos, incluyendo entronques, distribuidores y accesos;
- Ampliar y construir tramos carreteros mediante nuevos esquemas de financiamiento;
- Realizar obras de conexión y accesos a nodos logísticos que favorezcan el tránsito intermodal;
- Todo ello con el fin de **garantizar una mayor seguridad en las vías de comunicación, a través de mejores condiciones físicas de la red** y sistemas inteligentes de transporte.

El PND 2013-2018 establece que en materia de infraestructura se buscará modernizar, ampliar y conservar los diferentes modos de transporte, y mejorar su conectividad. Las metas generales que establece tienden a buscar la modernización, ampliación y conservación de la infraestructura de los diferentes modos de transporte, así como mejorar su conectividad bajo criterios estratégicos y de eficiencia. De esta forma, el proyecto "MODERNIZACIÓN DEL CAMINO MONTE OLIVO – VENUSTIANO CARRANZA, TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 12+000, CON UNA META DE 12.0 KM, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO", que refiere a la modernización (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y el mejoramiento (del Km 3+040 y del Km 7+211) de un camino rural de terracería, no contraviene ninguna de las estrategias planteadas en el PND; esta obra proveerá de una vía en buenas condiciones en cualquier época del año, lo que permitirá que sus usuarios tengan una vía en mejores condiciones que les ofrecerá no sólo transportar eficientemente diversos productos y personas, sino que también dará un

impulso importante a las actividades económicas de la región, al pretender lograr una mejor calidad operativa de la vía existente, erradicando en menor medida los problemas de marginación de la zona.

Programa Nacional de Infraestructura 2014-2018¹

La inversión en infraestructura es un tema estratégico y prioritario para México porque representa el medio para generar desarrollo y crecimiento económico y es la pieza clave para incrementar la competitividad. Por esta razón, y con el objeto de elevar el nivel de bienestar de la sociedad, se deben crear las condiciones necesarias que hagan posible el desarrollo integral de todas las regiones y sectores del país, a fin de que todos los mexicanos puedan desarrollar su potencial productivo conforme a las metas que se hayan propuesto. El Programa Nacional de Infraestructura 2014 – 2018, en apego al Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018, busca orientar la funcionalidad integral de la infraestructura existente y nueva del país a través del cumplimiento de objetivos específicos en los sectores de Comunicaciones y Transportes, Energía, Hidráulico, Salud, Desarrollo Urbano y Vivienda y Turismo; a fin de potenciar la competitividad de México y así, asegurar que las oportunidades y el desarrollo lleguen a todas las regiones, a todos los sectores y a todos los grupos de la población.

Todos los sectores de la economía requieren de determinados tipos de infraestructura para su funcionamiento y desarrollo. El PNI 2014-2018 aborda sectores estratégicos y contiene proyectos específicos que potencialmente representan una derrama económica o que contribuyen al desarrollo integral del país. La infraestructura en sectores como comunicaciones y transportes, energía y turismo tienen impactos directos en el crecimiento de la economía. El sector comunicaciones y transportes promueve el desarrollo regional equilibrado, al hacer más eficiente la movilidad, reducir los costos de traslado y permitir que los bienes lleguen a su destino oportunamente. De esta manera, la política en materia de inversión en comunicaciones y transportes, tiene como uno de sus objetivos promover una mayor vinculación e integración entre las distintas regiones del país y con los mercados internacionales.

Para que México sea un país más competitivo, productivo y próspero es necesario contar con infraestructura de comunicaciones y transportes de calidad alineada a las necesidades de movilidad y de carga, así como de comunicación. A pesar de los esfuerzos en infraestructura de comunicaciones y transportes, la inversión ha atendido necesidades e iniciativas que, en muchos casos, han surgido de forma aislada o han carecido de una visión integral. En este contexto, México requiere inversiones oportunas para mejorar y ampliar las redes de transporte y comunicaciones del país y así alcanzar las metas de crecimiento esperado de los próximos años. Por lo tanto, en la planificación de infraestructura de comunicaciones y transportes se debe tener un enfoque en el cual se priorice el equilibrio entre los modos de transportes, dominado por la carretera, y la optimización funcional del conjunto de los sistemas de transportes y comunicaciones.

El proyecto “MODERNIZACIÓN DEL CAMINO MONTE OLIVO – VENUSTIANO CARRANZA, TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 12+000, CON UNA META DE 12.0 KM, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO”

¹ <http://presidencia.gob.mx/pni/consulta.php?c=1>

que refiere a la modernización (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y el mejoramiento (del Km 3+040 y del Km 7+211) de un camino rural de terracería, que tiene como objetivo corregir las condiciones de operatividad actuales a fin de proporcionar mayores niveles de seguridad y comodidad, con lo que se favorecerá el desarrollo regional, y consecuentemente se hará más eficiente la movilidad, pudiendo reducir los costos de traslado al permitir que bienes y personas lleguen a su destino pertinentemente.

Tabla III.1. Vinculación con los planes y programas sectoriales federales.

Políticas Sectoriales	Análisis de vinculación
Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018	De acuerdo a los objetivos que establece el PND se plantea buscar la modernización, ampliación y conservación de la infraestructura de los diferentes modos de transporte, así como mejorar su conectividad bajo criterios estratégicos y de eficiencia. En este contexto, el proyecto refiere al mejoramiento y modernización de un camino rural de terracería, por lo que no contraviene ninguna de las estrategias planteadas en el PND; esta obra proveerá de una vía en buenas condiciones en cualquier época del año, lo que permitirá que sus usuarios tengan una vía en mejores condiciones, lo que les ofrecerá no sólo transportar eficientemente diversos productos agrícolas y ganaderos que se producen en la zona, sino que también dará un impulso importante a las actividades económicas de la región, al pretender lograr una mejor calidad operativa de la vía existente, erradicando en menor medida los problemas de marginación de la zona.
Objetivo 4.9. Contar con una infraestructura de transporte que se refleje en menores costos para realizar la actividad económica.	
Estrategia 4.9.1. Modernizar, ampliar y conservar a infraestructura de los diferentes modos de transporte, así como mejorar su conectividad bajo criterios estratégicos y de eficiencia	
Líneas de Acción:	
Fomentar que la construcción de nueva infraestructura favorezca la integración logística y aumente la competitividad derivada de una mayor interconectividad.	
Evaluar las necesidades de infraestructura a largo plazo para el desarrollo de la economía, considerando el desarrollo regional, las tendencias demográficas, las vocaciones económicas y la conectividad internacional, entre otros.	
Sector Carretero:	
Consolidar y/o modernizar los ejes troncales transversales y longitudinales estratégicos, y concluir aquellos que se encuentren pendientes;	
Mejorar y modernizar la red de caminos rurales y alimentadores;	
Conservar y mantener en buenas condiciones los caminos rurales de las zonas más marginadas del país;	
Modernizar las carreteras interestatales;	
Llevar a cabo la construcción de libramientos, incluyendo entronques, distribuidores y accesos;	
Ampliar y construir tramos carreteros mediante nuevos esquemas de financiamiento;	

Políticas Sectoriales	Análisis de vinculación
<p>Realizar obras de conexión y accesos a nodos logísticos que favorezcan el tránsito intermodal;</p> <p>Todo ello con el fin de garantizar una mayor seguridad en las vías de comunicación, a través de mejores condiciones físicas de la red y sistemas inteligentes de transporte.</p>	
<p>Programa Nacional de Infraestructura</p> <p>Busca orientar la funcionalidad integral de la infraestructura existente y nueva del país a través del cumplimiento de objetivos específicos en los sectores de Comunicaciones y Transportes, Energía, Hidráulico, Salud, Desarrollo Urbano y Vivienda y Turismo; a fin de potenciar la competitividad de México y así, asegurar que las oportunidades y el desarrollo lleguen a todas las regiones, a todos los sectores y a todos los grupos de la población.</p>	<p>Como se describe en capítulos anteriores, el proyecto refiere a la modernización (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y el mejoramiento (del Km 3+040 y del Km 7+211) de un camino rural de terracería, que tiene como objetivo corregir las condiciones de operatividad actuales a fin de proporcionar mayores niveles de seguridad y comodidad, con lo que se favorecerá el desarrollo regional, y consecuentemente se hará más eficiente la movilidad, pudiendo no solo reducir los costos de traslado al permitir que los bienes y personas lleguen a su destino pertinentemente, sino que también proveerá de oportunidades de desarrollo económico para la región.</p>
<p>Sector Comunicaciones y Transportes</p>	
<p>Promueve el desarrollo regional equilibrado, al hacer más eficiente la movilidad, reducir los costos de traslado y permitir que los bienes lleguen a su destino oportunamente</p>	

III.1.2 Vinculación con planes y programas estatales

Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Quintana Roo 2011-2016

El Plan Estatal de Desarrollo 2011–2016, es el documento rector del proceso de planeación para el desarrollo, establece las prioridades, objetivos, estrategias y líneas generales de acción en materia política, económica, ambiental, cultural, y social con la premisa fundamental de promover y fomentar el desarrollo integral sustentable y el mejoramiento de la calidad de vida de los quintanarroenses.

Se estructura en 4 ejes estratégicos, en los cuales establece las Políticas Públicas Sectoriales que instrumentarán los proyectos y acciones vertidos en el proceso de planeación participativa. Los ejes estratégicos son:

- I.- Un Quintana Roo Solidario.
- II.- Un Quintana Roo Competitivo.
- III.- Un Quintana Roo Verde.

IV.- Un Quintana Roo Fuerte.

Estos Ejes Rectores son el resultado del proceso de consulta y participación ciudadana en la que se expusieron en 36 mesas temáticas sectoriales proyectos, acciones y escenarios que definen alternativas para el desarrollo de políticas públicas sectoriales.

En este sentido, el proyecto al corresponder a la modernización de una carretera se encuentra vinculado con el segundo Eje rector que corresponde UN QUINTANA ROO COMPETITIVO, el cual promueve el impulso a un programa estatal de infraestructura que incorpore ventajas para la inversión, que aproveche al máximo lo ganado en carreteras y la calidad del desarrollo logístico del estado y que marque el rumbo del desarrollo económico.

Debido al crecimiento de los sectores económicos del estado, se debe contar con infraestructura propicia y facilitadora de los negocios, siendo prioridad consolidar los 5 mil 500 kilómetros de la red estatal de carreteras que equivale al 1.5 por ciento de la red carretera nacional. Siguiendo la estrategia 3, sobre competitividad. Fortaleciendo la infraestructura del estado para consolidar la actividad económica de sus regiones, a través de acciones estratégicas que eficienten el transporte de personas y mercancías, consoliden una plataforma logística para ampliar la cobertura e incrementar la calidad de los servicios y la capacidad de generación de oportunidades para la mejora de los niveles de competitividad.

Así mismo, el Plan propone en el apartado II, en la estrategia 3 **Infraestructura Estratégica para la Competitividad** promover el desarrollo de infraestructura de apoyo a las actividades económicas mediante la modernización, ampliación y conservación de la red carretera, portuaria y aeroportuaria, que garanticen el desarrollo económico-social de cada región del estado y su integración a los mercados regionales, nacionales e internacionales con altos niveles de confiabilidad, oportunidad, eficiencia y sustentabilidad. Así como consolidar la infraestructura carretera que estimule la comunicación y el intercambio comercial con Centro América.

A este respecto, considerando que el proyecto refiere al desarrollo de la “MODERNIZACIÓN DEL CAMINO MONTE OLIVO – VENUSTIANO CARRANZA, TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 12+000, CON UNA META DE 12.0 KM, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO” que tiene como objetivo corregir en el mayor grado posible el alineamiento vertical y horizontal, así como definir la sección transversal del tramo carretero a fin de proporcionar mayores niveles de seguridad y comodidad, con lo que se favorecerá el desarrollo regional, y consecuentemente se hará más eficiente la movilidad, pudiendo reducir los costos de traslado al permitir que los bienes (agrícolas, pecuarios o forestales) y personas, lleguen a su destino pertinentemente; de este modo, el proyecto en comento es congruente, pues corresponde a los objetivos planteados en el documento rector de la administración estatal del gobierno, en virtud de que estimula la comunicación y el intercambio comercial.

Programa Sectorial de Competitividad y Desarrollo Regional (2011-2016)

El Programa Sectorial de Competitividad y Desarrollo Regional se elabora en el marco del Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Quintana Roo 2011–2016, como un instrumento de planeación y programación a corto y mediano plazo, para impulsar y fortalecer el desarrollo de las regiones de Quintana Roo, aprovechando las ventajas competitivas de

cada sector económico, en coordinación y colaboración con los actores políticos, económicos y sociales al interior de cada región, entre regiones y a nivel estatal.

En materia de infraestructura, de acuerdo al diagnóstico del Programa, es insuficiente y limitada la infraestructura básica, como el suministro de energía eléctrica, las telecomunicaciones y carreteras.

En este sentido, el desarrollo de infraestructura, particularmente carretera, constituye un componente importante principalmente para la actividad económica a nivel regional, en virtud de que promueve la integración de regiones y mercados; incrementa la productividad de la economía al reducir costos de producción y distribución, impulsa la competitividad de sectores estratégicos como el comercio y el turismo y es un generador de empleos productivos. Por ello, la infraestructura de comunicaciones y transportes constituye una fuerza fundamental de cambio social, no solo al ampliar la cobertura y accesibilidad de los servicios, sino también promueve el desarrollo humano.

En concordancia a los objetivos del Programa Sectorial, el proyecto “**MODERNIZACIÓN DEL CAMINO MONTE OLIVO – VENUSTIANO CARRANZA, TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 12+000, CON UNA META DE 12.0 KM, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO**” plantea la modernización (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y el mejoramiento (del Km 3+040 y del Km 7+211) de un camino rural de terracería, con ello no sólo se podrán transportar eficientemente diversos productos agrícolas y ganaderos que se producen en la zona, sino que de esta manera se dará un impulso importante a las actividades económicas de la región, al lograr una mejor calidad operativa de la vía existente de comunicación, erradicando en menor medida los problemas de marginación de la zona.

Tabla III.2. Instrumentos de planeación de orden estatal.

Políticas Sectoriales	Análisis de vinculación
<p>Plan Estatal de Desarrollo 2011–2016</p> <p>Eje 2. Un Quintana Roo Competitivo</p> <p>Estrategia: Infraestructura Estratégica para la Competitividad</p> <p>promover el desarrollo de infraestructura de apoyo a las actividades económicas mediante la modernización, ampliación y conservación de la red carretera, portuaria y aeroportuaria, que garanticen el desarrollo económico-social de cada región del estado y su integración a los mercados regionales, nacionales e internacionales con altos niveles de confiabilidad, oportunidad, eficiencia y sustentabilidad. Así como consolidar la infraestructura carretera que estimule la comunicación y el intercambio comercial con Centro América.</p>	<p>La modernización y mejoramiento del camino de terracería permitirá el traslado de personas, productos y materias primas de manera más ágil y segura, con lo que se favorecerá el desarrollo de la región. De esta forma, se facilitará el acceso a los mercados regionales, lo que coadyuvará a la generación de empleos y la comercialización de materias primas y productos, de esta forma, el proyecto cumple con la estrategia al estimular la comunicación y el intercambio comercial a nivel local y regional.</p>
<p>Programa Sectorial de Competitividad y Desarrollo Regional (2011-2016)</p>	<p>En concordancia a los objetivos del Programa Sectorial el proyecto plantea la</p>

Políticas Sectoriales	Análisis de vinculación
La infraestructura básica es insuficiente y limitada, como el suministro de energía eléctrica, las telecomunicaciones y carreteras.	modernización de un camino de terracería, con lo que se anticipa el mejoramiento de un camino rural; con la modernización de esta vía no sólo se podrán transportar eficientemente diversos productos agrícolas y ganaderos que se producen en la zona, sino que de esta manera se dará un impulso importante a las actividades económicas de la región, al lograr una mejor calidad operativa de la vía existente de comunicación, erradicando en menor medida los problemas de marginación de la zona

III.1.3. Vinculación con instrumentos de planeación municipal

Plan de Desarrollo del Municipio de Bacalar 2013-2016.

Tabla III.3. PDM Bacalar.

Misión	Estrategias	Cumplimiento
Bacalar Competitivo y fuerte	Infraestructura de transporte Contar con una infraestructura que facilite el flujo de productores, servicios y el tránsito de personas de una manera ágil, eficiente y a un bajo costo.	El proyecto coadyuva de manera directa al cumplimiento de estas estrategias, al aportar una obra de infraestructura carretera que permite contar con infraestructura que facilita el flujo de productores y el tránsito de personas de manera ágil. Permite reducción del flete, lo cual indirectamente promueve los bajos costos en la actividad comercial y mejora la competitividad. El proyecto da cumplimiento a los planteamientos sobre reactivación y mejora la infraestructura carretera en la zona.

Plan de Desarrollo del Municipio de José María Morelos 2013-2016.

Tabla III.4. PDM José María Morelos.

Eje del desarrollo municipal.	Estrategias	Cumplimiento
Municipio con desarrollo económico y prosperidad desarrollo económico	Estrategia 3: Gestionar los recursos y acciones para mejorar las vías de acceso para el	El proyecto coadyuva de manera directa al cumplimiento de estas estrategias, al aportar una obra de

Eje del desarrollo municipal.	Estrategias	Cumplimiento
sostenido	transporte de las cosechas y productos agrícolas Estrategia 5: Mejorar los canales de distribución, comercialización, promoción y difusión de los productos agropecuarios	infraestructura carretera para mejorar los canales de distribución de los productos agropecuarios. Permite reducción del flete, lo cual indirectamente promueve el comercio y mejora la competitividad. El proyecto da cumplimiento a los planteamientos sobre reactivación y mejora la infraestructura carretera en la zona.

III.1.4. Vinculación con Estrategias y Programas Sociales

Decreto del Sistema Nacional para la Cruzada contra el Hambre

El Sistema Nacional para la Cruzada contra el Hambre fue decretado el 22 de enero de 2013, es una estrategia de inclusión y bienestar social, que se implementará a partir de un proceso participativo de amplio alcance cuyo propósito es conjuntar esfuerzos y recursos de la Federación, las entidades federativas y los municipios, así como de los sectores público, social y privado y de organismos e instituciones internacionales. Está orientada a la población objetivo constituida por las personas que viven en condiciones de pobreza multidimensional extrema y que presentan carencia de acceso a la alimentación. Sus objetivos se enmarcan en los siguientes puntos:

- I. Cero hambre a partir de una alimentación y nutrición adecuada de las personas en pobreza multidimensional extrema y carencia de acceso a la alimentación;
- II. Eliminar la desnutrición infantil aguda y mejorar los indicadores de peso y talla de la niñez;
- III. Aumentar la producción de alimentos y el ingreso de los campesinos y pequeños productores agrícolas;
- IV. Minimizar las pérdidas post-cosecha y de alimentos durante su almacenamiento, transporte, distribución y comercialización, y
- V. Promover la participación comunitaria para la erradicación del hambre.

La Cruzada contra el Hambre se implementará en una primera etapa en cuatrocientos municipios seleccionados con base en la incidencia de pobreza extrema, así como en el número de personas en esta condición y personas con carencia de acceso a la alimentación, sin perjuicio de que su implementación se extienda a otros municipios del país conforme lo determine la Comisión Intersecretarial que se crea por este Decreto.

El Sistema Nacional para la Cruzada contra el Hambre tendrá los siguientes componentes:

- I. Comisión Intersecretarial para la instrumentación de la Cruzada contra el Hambre;

- II. Acuerdos integrales para el desarrollo incluyente con las entidades federativas y los municipios;
- III. Consejo Nacional de la Cruzada contra el Hambre, y
- IV. Comités Comunitarios integrados por beneficiarios de programas sociales.

Se crea la Comisión Intersecretarial para la instrumentación de la Cruzada contra el Hambre, con el objeto de coordinar, articular y complementar las acciones, programas y recursos necesarios para el cumplimiento de los objetivos previstos. Dicha Comisión estará integrada por los titulares de las dependencias y entidades siguientes:

- Secretaría de Desarrollo Social, quien la presidirá;
- Secretaría de Gobernación;
- Secretaría de Relaciones Exteriores;
- Secretaría de la Defensa Nacional;
- Secretaría de Marina;
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público;
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales;
- Secretaría de Energía;
- Secretaría de Economía;
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación;
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes;
- Secretaría de Educación Pública;
- Secretaría de Salud;
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social;
- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano;
- Secretaría de Turismo;
- Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas;
- Instituto Nacional de las Mujeres, y
- Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia.

Las acciones que propone la Cruzada se planean con base a los insumos estadísticos disponibles, tanto en el ámbito urbano como el rural, de esta forma se identifican a las localidades de alta y muy alta marginación, y la incidencia de carencias sociales. Los indicadores son entonces, la carencia por la calidad y espacios de la vivienda, la carencia por los accesos a los servicios básicos en la vivienda, carencia por el rezago educativo, carencia por accesos a los servicios de salud, carencia por seguridad social, y carencia por acceso a la alimentación, ya con base en esto se proponen las acciones que impactarán a cada indicador, donde interfieren diferentes dependencias e instancias del gobierno, tales como SEDESOL, SAGARPA, CFE, SCT, STPS, SEDATU, SEMARNAT, CDI, SEP, LICONSA, DIF, entre otras. Las líneas de actuación, a fin de cuentas se engloban en cuatro propuestas; organización comunitaria, vivienda, infraestructura social básica, y desarrollo humano. Específicamente, conforme a lo asentado por el Decreto del Sistema Nacional para la Cruzada contra el Hambre, los Municipios donde se asienta el área del proyecto (Bacalar y Jose María Morelos) se encuentran incluidos en la Lista de la Cruzad Contra el Hambre para 2016².

² https://www.sistemaemprendedor.gob.mx/files/CNCH_2016.pdf

La Cruzada contra el Hambre se concibe como una estrategia de inclusión y bienestar social orientada hacia la erradicación del hambre de las personas en pobreza multidimensional extrema; por lo cual las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal realizarán las acciones necesarias, tales como ajustes en el diseño de sus programas o en la focalización o cobertura de los mismos, para dar cumplimiento al Decreto por el que se establece el Sistema Nacional para la Cruzada contra el Hambre, en este contexto, el desarrollo del proyecto “**MODERNIZACIÓN DEL CAMINO MONTE OLIVO – VENUSTIANO CARRANZA, TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 12+000, CON UNA META DE 12.0 KM, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO**” coadyuvará precisamente en reducir la pobreza y marginación, al crear mejores y mayores oportunidades para el desarrollo humano y en general por promover condiciones de bienestar, con su construcción se proporcionará alternativas a la actividad económica y ayudará en el desarrollo de la región.

III.2. Planes de Ordenamiento Ecológico

Para la zona donde se pretende desarrollar el proyecto se cuenta con el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), publicado en el Diario Oficial, el 7 de Septiembre de 2012, así como el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, publicado en el Diario Oficial de la federación el 24 de noviembre del 2012.

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

Para el país se encuentra vigente el *Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio* (POEGT), el cual fue publicado el 7 de septiembre de 2012. El POEGT fue elaborado por la SEMARNAT con la colaboración del Instituto Nacional de Ecología, el cual nos orienta acerca de las características generales de las distintas regiones del país. Este Programa conforma un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico; es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y tiene como propósito vincular las acciones y programas de la Administración Pública Federal que deberán observar la variable ambiental en términos de la Ley de Planeación. Al Gobierno Federal, a través de la SEMARNAT, le corresponde establecer las bases para que las dependencias y entidades de la APF formulen e instrumenten sus programas sectoriales con base en la aptitud territorial, las tendencias de deterioro de los recursos naturales, los servicios ambientales, los riesgos ocasionados por peligros naturales y la conservación del patrimonio natural. Todo ello, tiene que ser analizado y visualizado como un sistema, en el cual se reconozca que la acción humana tiene que estar armonizada con los procesos naturales.

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio está integrado por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización. De este modo, la base para la regionalización ecológica, comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos

factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas unidades ambientales biofísicas (UAB). Así, las regiones ecológicas se integran por un conjunto de UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental.

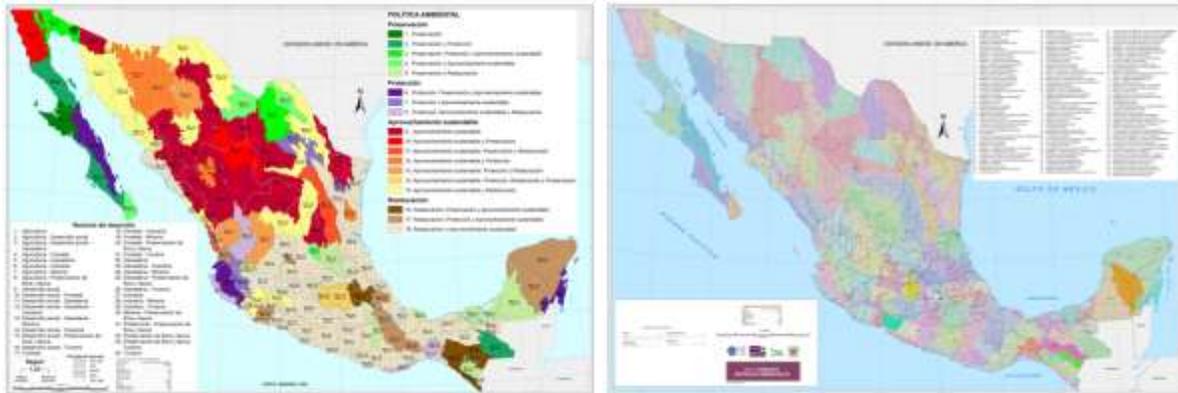


Figura III.2. Izq. Modelo de Ordenamiento Ecológico General del Territorio; Izq. Regiones Ecológicas. Der. Unidades Ambientales Biofísicas.

Por otro lado, las políticas ambientales (aprovechamiento, restauración, protección y preservación) son las disposiciones y medidas generales que coadyuvan al desarrollo sustentable. Su aplicación promueve que los sectores del Gobierno Federal actúen y contribuyan en cada UAB hacia este modelo de desarrollo. Como resultado de la combinación de las cuatro políticas ambientales principales, para este Programa se definieron 18 grupos, los cuales fueron tomados en consideración para las propuestas sectoriales y finalmente para establecer las estrategias y acciones ecológicas en función de la complejidad interior de la UAB, de su extensión territorial y de la escala. El orden en la construcción de la política ambiental refleja la importancia y rumbo de desarrollo que se desea inducir en cada UAB. Tomando como base la política ambiental asignada para cada una de las 145 UAB, los sectores rectores del desarrollo que resultaron de la definición de los niveles de corresponsabilidad sectorial, y la prioridad de atención que los diferentes sectores deberán considerar para el desarrollo sustentable del territorio nacional, se realizó una síntesis que dio como resultado las 80 regiones ecológicas, que finalmente se emplearon en la propuesta del POEGT. Y finalmente los 10 lineamientos ecológicos que propone el Programa, reflejan el estado deseable de una región ecológica o unidad biofísica ambiental. De acuerdo con el Modelo del POEGT, el proyecto queda comprendido dentro de la Unidad Biofísica Ambiental 63 denominada Karst y lomeríos de Campeche, Quintana Roo y Yucatán, con rectores de desarrollo preservación de flora y fauna y políticas de restauración, protección y aprovechamiento sustentable.



Figura III.3. El área del proyecto queda comprendida en la UBA-63 denominada Karst y lomeríos de Campeche, Quintana Roo y Yucatán.

Tabla III.5. Unidad biofísica ambiental en donde se asienta el proyecto, así como el listado de sus estrategias.

UBA	Rectores desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados desarrollo	Otros sectores de interés	Política Ambiental	Nivel de intención	Estrategia
17.32 UBA-63 Karst y lomeríos de Campeche, Quintana Roo y Yucatán	Preservación de flora y fauna	Forestal y turismo	Agricultura y ganadería	Pueblos indígenas	Restauración, Protección Aprovechamiento sustentable,	Alta	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 36, 37, 38, 42, 43, 44

De acuerdo a la ficha técnica, el área del proyecto se encuentra asentada dentro de la Región Ecológica 17.32, conformada por una Unidad Ambiental Biofísica 63 Karst y Lomeríos de Campeche, Quintana Roo y Yucatán; ubicada en la porción Sur de Yucatán, Este y Noroeste de Campeche y Este y Sureste de Quintana Roo, con una superficie de 26,350.64 Km², con una población estimada de 48,747 habitantes, con políticas de restauración, protección y aprovechamiento sustentable.

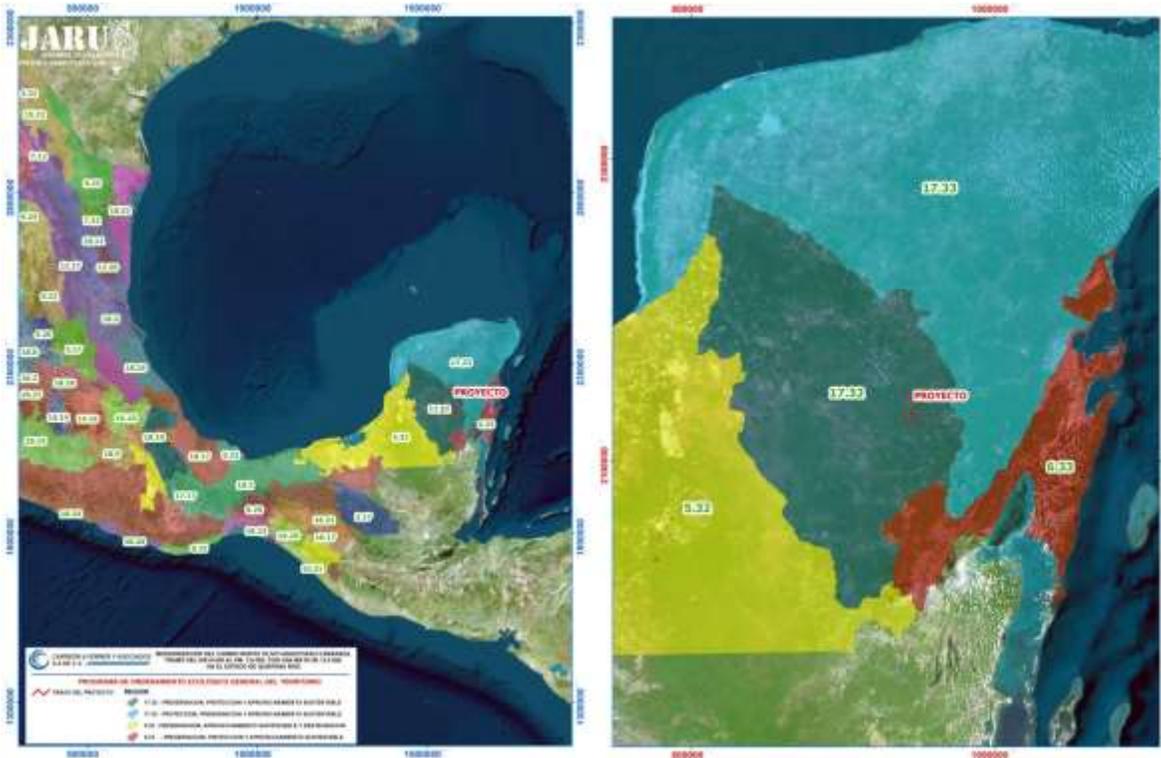


Figura III.4. El área del proyecto queda comprendida dentro de la Región Ecológica 17.32.

Con base a la descripción plasmada, respecto al desarrollo de las obras y actividades que se pretenden realizar en el presente proyecto respecto a la política ambiental, refleja la importancia y rumbo del desarrollo que se desea inducir en la **UAB-63**, respecto a un buen desarrollo por parte del proyecto en observancia al POEGT, de esta forma, y de acuerdo a los diez lineamientos ecológicos formulados para el programa a través de las directrices generales que en lo ambiental, social y económico se deberán promover para alcanzar el estado deseable del territorio nacional.

Tabla III.6. Lineamientos ecológicos del POETG.

Lineamiento	Vinculación con el proyecto
1. Proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, consolidando la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio.	Se da cumplimiento al lineamiento, a través de los apartados que integran este capítulo, donde se realiza la vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables, mismos que en su mayoría, tienen el objetivo de proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio.
2. Mejorar la planeación y coordinación existente entre las distintas instancias y	

Lineamiento	Vinculación con el proyecto
sectores económicos que intervienen en la instrumentación del programa de ordenamiento ecológico general del territorio, con la activa participación de la sociedad en las acciones en esta área	Se da cumplimiento al vincular y cumplir con lo que señala este programa de ordenamiento ecológico, el promovente observará que el ejecutor del proyecto cumpla con los lineamientos establecidos por este POEGT.
3. Contar con una población con conciencia ambiental y responsable del uso sustentable del territorio, fomentando la educación a través de los medios de comunicación y sistemas de educación y salud	El promovente no tiene la atribución directa para la ejecución de este lineamiento.
4. Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural.	La evaluación y determinación de la factibilidad del proyecto en materia ambiental corresponde a la SEMARNAT; en tanto, el proyecto deberá ajustarse a la normatividad aplicable tanto de orden federal como estatal y municipal.
5. Preservar la flora y la fauna, tanto en su espacio terrestre como en los sistemas hídricos a través de las acciones coordinadas entre las instituciones y la sociedad civil.	Con el objetivo de preservar la flora y la fauna, así como demás recursos biológicos, se propone una serie de medidas de prevención y mitigación en el capítulo VI de este estudio.
6. Promover la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, mediante formas de utilización y aprovechamiento sustentable que beneficien a los habitantes locales y eviten la disminución del capital natural.	La modernización de este camino resulta ser la mejor opción para atender las necesidades de la población regional, ya que un trazo nuevo derivaría en la afectación de una superficie mayor de vegetación y hábitat de fauna. En este contexto, el proyecto solo requiere de la modernización del trazo actual, con la modificación de ciertas partes, mediante la implementación de rectificaciones; por otro lado, el proyecto plantea la ejecución de medidas de prevención y mitigación con la finalidad de evitar en mayor medida la afectación de los recursos naturales, y por ende la disminución del capital natural.
7. Brindar información actualizada y confiable para la toma de decisiones en la instrumentación del ordenamiento ecológico territorial y la planeación sectorial.	El promovente no tiene la atribución directa para la ejecución de este lineamiento.
8. Fomentar la coordinación intersectorial a fin de fortalecer y hacer más eficiente al sistema económico.	El objetivo de la modernización de este camino es aumentar los índices de seguridad y reducir los tiempos de traslado, esto redundará en beneficios económicos ya que a disminuir los accidentes y agilizar el tránsito lo hacen también las pérdidas económicas por este rubro, de esta forma el desarrollo del proyecto coadyuvará a la reducción de costos de operación vehicular en traslado de personas e insumos.

Lineamiento	Vinculación con el proyecto
9. Incorporar al SINAP las áreas prioritarias para la preservación, bajo esquemas de preservación y manejo sustentable.	No es competencia del promovente la ejecución de este lineamiento.
10. Reducir las tendencias de degradación ambiental, consideradas en el escenario tendencial del pronóstico, a través de la observación de las políticas del Ordenamiento Ecológico General del Territorio.	De ser aprobado este proyecto, el diseño y construcción de las obras y/o actividades que se consideran en el capítulo II de este estudio, se realizaran en observancia a este lineamiento a la medida de evidenciar la viabilidad ambiental y factibilidad con los ordenamientos aplicables al mismo. Por otra parte, es importante destacar que de acuerdo al escenario tendencial realizado en este estudio (Capítulo VII), se tiene que el mejor escenario ambiental, es el que contempla la construcción del proyecto y la aplicación de las medidas de mitigación detalladas en el Capítulo VI.

De acuerdo al POEGT para cada Unidad se presenta una serie de estrategias que se proponen para dar cumplimiento a los lineamientos ecológicos y objetivos específicos que persigue el programa. Las estrategias se dividen en tres grandes grupos:

- Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio.
- Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana.
- Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

De esta forma, en la siguiente tabla se vincula el proyecto con las estrategias de infraestructura señaladas para la UAB 63, donde se asienta el área del proyecto, incluidas en el Grupo II, que son las que mayormente se vinculan a la obra en comento. Cabe señalar que el proyecto no se relaciona con las estrategias de los Grupos I y III, debido a que están más enfocadas a políticas generales de conservación que deberán realizar de manera coordinada las diferentes instituciones responsables de la elaboración de programas, normatividad y acciones tendientes a la conservación y sustentabilidad ambiental. Por lo que son las del Grupo II, referentes al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana las relacionadas de manera directa a las obras y actividades que atañen al proyecto.

Tabla III.7. Estrategias sectoriales propuestas para la UAB 63.

Política	Estrategia	Vinculación
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		

Política	Estrategia	Vinculación
E. Desarrollo Social	36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	El promovente no tiene la atribución directa para la ejecución de esta estrategia.
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	El promovente no tiene la atribución directa para la ejecución de esta estrategia.
	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	El promovente no tiene la atribución directa para la ejecución de esta estrategia.

De esta forma, uno de los objetivos marcados en la estrategia Desarrollo Social, dirigidas al mejoramiento del sistema social es el mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en pobreza para fortalecer su patrimonio; en este contexto, el proyecto plantea el mejoramiento de un camino rural, ofreciendo con ello a los habitantes de las localidades de Monte Olivo, Venustiano Carranza, y 12 pequeñas localidades más (La Isla, Caanán, Los Girasoles, San José de la Cruz, El Huanal, El Mirador, Nueva Cunducan, Francisco Villa, Plan de la Noria, Dieciocho de Marzo, La Primavera, Guadalupe Victoria), una vía de comunicación más ágil, más segura y en mejores condiciones en cualquier época del año, lo que conllevará a un mejoramiento económico, social y un mejor nivel de bienestar de sus usuarios. El camino modernizado, con el adecuado mantenimiento se mantendrá en buenas condiciones en cualquier época del año, ya que actualmente al ser un camino de terracería, en época de lluvias se ve afectado, y consecuentemente el transito se dificulta. De tal manera, que el proyecto, apoya los objetivos marcados por la estrategia de desarrollo social a través de la rehabilitación y mejoramiento de un camino rural.

Lo que se plantea en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB-63), es principalmente, entre otros aspecto, la sustentabilidad, no limitando el aprovechamiento de los recursos naturales existentes, pero tampoco degradándolos, disminuyéndolos, ni sobreexplotándolos, por lo que se le establecen para su desarrollo, para que se tome en cuenta por los sectores implicados, una política de restauración, protección y de aprovechamiento sustentable; en este tenor, el desarrollo del proyecto “**MODERNIZACIÓN DEL CAMINO MONTE OLIVO – VENUSTIANO CARRANZA, TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 12+000, CON UNA META DE 12.0 KM, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO**” no implica en ninguna de sus partes el aprovechamiento de los recursos de esta UAB, por lo que se puede considerar que el desarrollo del proyecto no se contrapone y tampoco es incompatible con las políticas, lineamientos y estrategias que se han especificado para dicha UAB, y en tanto, con base a lo descrito en el POEGT puede considerarse viable.

Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y el Mar Caribe³

El Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, fue publicado en el Diario Oficial de la federación el 24 de noviembre del 2012.

El POEMyRGMMyMC, es el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos. Este 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. Como elemento integrador de políticas públicas permite además dar un marco coherente a las acciones que se ha comprometido México en materia de derecho marítimo, lucha contra la contaminación en los mares, protección de los recursos marinos, combate a la marginación y orientación del desarrollo hacia la sustentabilidad como signatario de gran cantidad de acuerdos internacionales.

De acuerdo a lo establecido en el decreto del POEMyRGMMyMC, su modelo se encuentra integrado por un Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico (ASO), la cual se encuentra integrada por dos componentes, el 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, y el Área Regional, que abarca una región ecológica ubicada en 142 municipios con influencia costera (SEMARNAT-INE, 2007) de 6 entidades federativas (Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas). En ésta área se incluyen 3 ANP de competencia Federal que no tienen contacto directo con el mar, en las cuales aplica solamente el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente. Asimismo, se incluyen 14 ANP Estatales. En conjunto, toda el ASO tienen una extensión de 995,486.2 km², correspondientes a 168,462.4 km² del componente Regional y 827,023.8 km² del componente Marino.

Modelo del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe

El Programa de Ordenamiento Ecológico considera un modelo con 27 lineamientos ecológicos, 203 unidades de gestión ambiental y 26 estrategias ecológicas con objetivos específicos, acciones y criterios ecológicos. Los Lineamientos Ecológicos reflejan el estado deseable de las UGA's, 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.

Por su parte, las unidades de gestión ambiental (UGAs) clasificadas en Marinas y Regionales, fueron delimitadas mediante una combinación de las variables de límites geoestadísticos municipales y cuencas hidrológicas; de esta forma, el límite geoestadístico es la "línea divisoria convencional, exclusiva del Marco Geoestadístico

3

www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos%20decretados/actualizacion_2012/poemr_gmmc_dof_2012_11_24.pdf

Nacional, que delimita al territorio en áreas geostatísticas, la cual se apega en la medida de lo posible, a los límites político-administrativos. Finalmente, las Estrategias Ecológicas se componen por 26 enunciados y 165 Acciones orientadas al logro de los lineamientos ecológicos. Las acciones son Generales o Específicas y se asignan a las UGA's dependiendo de sus características derivadas del diagnóstico, pronóstico, constituyendo los elementos más finos y directos para inducir y lograr el estado deseado (Lineamiento Ecológico) de cada UGA.



Figura III.5. Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico.

Bajo estos conceptos, el trazo del proyecto se encuentra asentado del Km 0+000 al Km 3+000 en la UGA 151; del Km 3+000 al 7+200 en la UGA 150; del Km 7+200 al Km 10+100 en la UGA 149.



Figura III.6. El área del proyecto de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe recae sobre las UGA 149, 150 y 151.

Tabla III.8. UGA´s donde se ubica el proyecto.

UGA	Nombre	Tipo	Población	Superficie	Acciones específicas
149	Reserva de la Biosfera Calakmul	Regional	0 Hab	4,037.027 Ha	
150	Área de Protección de Flora y Fauna Bala'an Ka'ax	Regional	0 Hab	30,716.919 Ha	
151	Othón P. Blanco	Regional	27,322 Hab	747,454.349 Ha	A-001, A002, A-003, A-005, A-006, A-007, A-011, A-014, A-016, A-017, A-018, A-019, A-020, A-021, A-023, A-024, A-025, A-026, A-033, A-037, A-038, A-039, A-050, A-051, A-052, A-053, A-

UGA	Nombre	Tipo	Población	Superficie	Acciones específicas
					054, A-055, A-056, A-057, A-058, A-059, A-060, A-061, A-062, A-063, A-064, A-065, A-066, A-067, A-068, A-069, A-071, A-072

De acuerdo a lo señalado en la tabla anterior, solo la UGA 151 cuenta con Acciones Específicas que la regulan, de esta forma a continuación se realizará la vinculación con dichas acciones específicas para tener un análisis sobre su compatibilidad del trazo en el tramo que rige dicha Unidad, el cual comprende del Km 0+000 al Km 3+000.

Tabla III.9. Vinculación del proyecto con las Acciones Específicas que rigen a la UGA 151, comprendida del Km 0+000 al Km 3+000.

Clave	Acciones Específicas	Vinculación
A-001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	Esta acción específica no le aplica al proyecto, debido a que este refiere a la modernización y mejoramiento de un camino de terracería y en ninguna de sus fases se tiene previsto comercializar o utilizar agroquímicos ni pesticidas.
A-002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	Esta acción específica no le aplica al proyecto, debido a que este refiere a la modernización y mejoramiento de un camino de terracería y en ninguna de sus fases se tiene previsto el manejo de agroquímicos ni pesticidas.
A-003	Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	El proyecto refiere a la modernización (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y el mejoramiento (del Km 3+040 y del Km 7+211) de un camino rural de terracería, y en ninguna de sus fases se tiene previsto realizar actividades de este tipo.
A-005	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.	El promovente no tiene competencia para ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y el mejoramiento (del Km 3+040 y del Km 7+211) de un camino rural de terracería, cuya finalidad es

Clave	Acciones Específicas	Vinculación
		mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
A-006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	El proyecto refiere a la modernización (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y el mejoramiento (del Km 3+040 y del Km 7+211) de un camino rural de terracería, el cual en ninguna de sus fases tiene prevista la implementación de programas de captación de agua de lluvia, pues es una actividad que queda fuera del alcance del promovente.
A-007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	No es competencia del promovente ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y el mejoramiento (del Km 3+040 y del Km 7+211) de un camino rural de terracería cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
A-011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	<u>El promovente no posee atribuciones que le permitan ejecutar este criterio, pues el proyecto refiere a la modernización de un camino. Sin embargo, como parte de su ejecución, en la aplicación de las Medidas de Mitigación plantea la restauración de las zonas que queden en desuso en una superficie 2.73 Ha por la implementación de rectificaciones.</u>
A-014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	<u>El proyecto refiere a la modernización (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y el mejoramiento (del Km 3+040 y del Km 7+211) de un camino rural de terracería, mismo que como parte de su ejecución contempla la aplicación de las Medidas de Mitigación que minimicen la afectación del proyecto al medio, de tal forma que en las MM se plantea la restauración de las zonas que queden en desuso en una superficie de 2.73 Ha por la implementación de rectificaciones.</u>
A-016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro	<u>El proyecto está en concordancia con lo estipulado por esta acción, pues como parte de su desarrollo se plantea la</u>

Clave	Acciones Específicas	Vinculación
	del ASO.	<u>aplicación de las Medidas de Mitigación, las cuales están enfocadas en minimizar en lo posible los impactos ambientales generados por la construcción del proyecto, en este sentido se plantea la restauración de las zonas que queden en desuso por la implementación de rectificaciones, las cuales comprenden una superficie de 2.73Ha; así mismo, se la implementación de obras de drenaje las cuales podrán ser utilizadas como pasos de fauna, con lo cual se estará beneficiando a la fauna, al restablecer su hábitat y conformar corredores biológicos que les permitan conectar con las zonas donde se haya perdido este servicio ambiental, enfocado principalmente en zonas conservadas como se detalla en las MM.</u>
A-017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	<u>El proyecto está en concordancia con lo estipulado por esta acción, pues como parte de su ejecución, en la aplicación de las Medidas de Mitigación plantea la restauración de las zonas que queden en desuso por la implementación de rectificaciones, con la restauración de 2.73 Ha como se plantea en las Medidas de Mitigación descritas en el Capítulo VI.</u>
A-018	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 Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).	<u>El proyecto está en concordancia con lo estipulado por esta acción, pues como parte de su desarrollo se plantea la aplicación de las Medidas de Mitigación, las cuales están enfocadas en minimizar en lo posible los impactos ambientales generados por la construcción del proyecto, en este sentido en las Medidas de Mitigación descritas en el Capítulo VI de este estudio se plantea el rescate, y en algunos casos la colecta y propagación de los ejemplares vegetales que serán afectados y que se encuentren listados en la NOM-059-SEMARNAT-2010, con ello se busca garantizar su conservación, pues al ser propagados en la misma zona donde se pretende emplazar el proyecto, sus poblaciones lejos de verse afectadas podría significar un incremento y sobre todo conservación. Por otra parte, en lo que refiere a la fauna que pudiera estar</u>

Clave	Acciones Específicas	Vinculación
		<u>listada en alguna categoría de conservación en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como se detalla de igual manera en las Medidas de Mitigación del Capítulo VI, se propone la ejecución de un programa de ahuyentamiento y reubicación de fauna, lo cual garantiza que con su correcta implementación el componente fauna será mínimamente afectado, y al estar dirigido a cualquier grupo faunístico, población o especie, no solo a las listadas en la NOM es de mayor eficiencia, pues minimiza la afectación de cualquier ejemplar este listado o no en alguna categoría de protección.</u>
A-019	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.	No es competencia del promovente ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y el mejoramiento (del Km 3+040 y del Km 7+211) de un camino rural de terracería cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
A-020	Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra.	No es competencia del promovente ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y el mejoramiento (del Km 3+040 y del Km 7+211) de un camino rural de terracería, cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
A-021	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.	No es competencia del promovente ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y el mejoramiento (del Km 3+040 y del Km 7+211) de un camino rural de terracería, cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.

Clave	Acciones Específicas	Vinculación
A-023	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.	No es competencia del promovente ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y el mejoramiento (del Km 3+040 y del Km 7+211) de un camino rural de terracería, cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
A-024	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	No es competencia del promovente ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y el mejoramiento (del Km 3+040 y del Km 7+211) de un camino rural de terracería, cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
A-025	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 preservación.	El promovente no tiene competencia para ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y el mejoramiento (del Km 3+040 y del Km 7+211) de un camino rural de terracería, cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
A-026	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.	No es competencia del promovente ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y el mejoramiento (del Km 3+040 y del Km 7+211) de un camino rural de terracería, cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
A-033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	No es competencia del promovente ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y el mejoramiento (del Km 3+040 y del Km 7+211) de un camino rural de terracería, cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y

Clave	Acciones Específicas	Vinculación
		brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
A-037	Promover la generación energética por medio de energía solar.	El promovente no tiene competencia para ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino de 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
A-038	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 es competencia del promovente ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino de 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
A-039	Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	No es competencia del promovente ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino de 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
A-050	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.	<u>El proyecto refiere a la modernización (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y el mejoramiento (del Km 3+040 y del Km 7+211) de un camino rural de terracería cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura, con lo cual se favorece el desarrollo de infraestructura de servicios a las comunidades rurales que se verán beneficiadas con su desarrollo, las cuales ascienden a 14 localidades.</u>
A-051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.	<u>El proyecto está en concordancia con lo estipulado por esta acción, consiste en la modernización (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y el mejoramiento (del Km 3+040 y del Km 7+211) de un camino rural de terracería que ha venido operando desde hace más de 30 años, con su modernización se podrá mejorar la comunicación de 14 localidades, y beneficiará de forma directa a más 1,600 personas.</u>

Clave	Acciones Específicas	Vinculación
A-052	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.	El promovente no tiene competencia para ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino de 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
A-053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	No es competencia del promovente ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino de 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura, y en ninguna de sus etapas se desarrollaran actividades productivas extensivas.
A-054	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 refiere a la modernización (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y el mejoramiento (del Km 3+040 y del Km 7+211) de un camino rural de terracería cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura, por lo que no es competencia del promovente ejecutar esta acción.
A-055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	No es competencia del promovente ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino de 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
A-056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.	El proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino de 12 Km, cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura, por lo que no es competencia del promovente ejecutar esta acción.
A-057	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.	No es competencia del promovente ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino de 12 Km, cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.

Clave	Acciones Específicas	Vinculación
A-058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	No es competencia del promovente ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino de 12 Km, cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
A-059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	No es competencia del promovente ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino de 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
A-060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	El promovente no tiene competencia para ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino de 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
A-061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	No es competencia del promovente ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino de 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
A-062	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 refiere a la modernización y mejoramiento de un camino de 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura, por lo que no es competencia del promovente ejecutar esta acción.
A-063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	No es competencia del promovente ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y el mejoramiento (del Km 3+040 y del Km 7+211) de un camino rural de terracería cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
A-064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas	El promovente no tiene competencia para ejecutar esta acción, pues el proyecto

Clave	Acciones Específicas	Vinculación
	residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	refiere a la modernización y mejoramiento de un camino de 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
A-065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	El proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino de 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura, por lo que no es competencia del promovente ejecutar esta acción.
A-066	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.	No es competencia del promovente ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino de 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
A-067	Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.	El promovente no tiene competencia para ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino de 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
A-068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	El proyecto refiere a la modernización (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y el mejoramiento (del Km 3+040 y del Km 7+211) de un camino rural de terracería cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura, por lo que no es competencia del promovente ejecutar esta acción.
A-069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	No es competencia del promovente ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino de 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.

Clave	Acciones Específicas	Vinculación
A-071	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.	El proyecto refiere a la modernización (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y el mejoramiento (del Km 3+040 y del Km 7+211) de un camino rural de terracería cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura, por lo que no es competencia del promovente ejecutar esta acción.
A-072	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.	No es competencia del promovente ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino de 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.

A la UGA 151 además de las Acciones Específicas vinculadas anteriormente, también le son aplicables las Acciones Generales descritas en el Anexo 4 del POEMyRGMMyMC, de esta forma a continuación se realizará la vinculación con dichas acciones para tener un análisis sobre su compatibilidad del trazo en el tramo que rige dicha Unidad, el cual comprende del Km 0+000 al Km 3+000.

Tabla III.10. Vinculación del proyecto con las Acciones Generales que rigen a la UGA 151, comprendida del Km 0+000 al Km 3+000.

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el 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.	El proyecto refiere a la modernización (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y el mejoramiento (del Km 3+040 y del Km 7+211) de un camino rural de terracería cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura, por tanto no es competencia del promovente ejecutar esta acción.
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	No es competencia del promovente ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
		condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	El promovente no tiene competencia para ejecutar lo descrito en esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
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).	El proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura, por tanto no es competencia del promovente ejecutar esta acción.
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable	No es competencia del promovente ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	El promovente no tiene competencia para ejecutar lo descrito en esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
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.	El proyecto refiere a la modernización (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y el mejoramiento (del Km 3+040 y del Km 7+211) de un camino rural de terracería cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura, por

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
		tanto no es competencia del promovente ejecutar esta acción.
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	No es competencia del promovente ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	<u>El proyecto es congruente con lo establecido en esta acción, pues como se ha descrito, el proyecto consiste en la modernización (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y el mejoramiento (del Km 3+040 y del Km 7+211) de un camino a partir de una terracería que ha venido operando desde hace más de 30 años, de tal forma que como parte de su desarrollo se plantea la modificación de algunas obras de drenaje, para que puedan ser utilizadas por la fauna silvestre de la zona como se detalla en las medidas de mitigación propuestas en el Capítulo VI de este estudio, permitiendo su flujo y comunicación. Además, se plantea la restauración de las zonas que queden en desuso por la implementación de rectificaciones; las cuales comprenderán una superficie de 2.73 Ha mediante la conservación del suelo y la reforestación con elementos de selva baja caducifolia o selva mediana según corresponda.</u>
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	El promovente no tiene competencia para ejecutar lo descrito en esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	El proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura, por tanto no es competencia del promovente ejecutar esta acción.
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	No es competencia del promovente ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y el mejoramiento (del Km 3+040 y del Km 7+211) de un camino rural de terracería cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	El promovente no tiene competencia para ejecutar lo descrito en esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	El proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura, por tanto no es competencia del promovente ejecutar esta acción.
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos	No es competencia del promovente ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y el mejoramiento (del Km 3+040 y del Km 7+211) de un camino rural de terracería cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	El promovente no tiene competencia para ejecutar lo descrito en esta acción, pues el proyecto refiere a la

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
		modernización y mejoramiento de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	El proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura, por tanto no es competencia del promovente ejecutar esta acción.
G018	Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	No es competencia del promovente ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y el mejoramiento (del Km 3+040 y del Km 7+211) de un camino rural de terracería cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
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.	El promovente no tiene competencia para ejecutar lo descrito en esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	<u>El proyecto es congruente con lo establecido en esta acción, pues como se ha descrito, refiere precisamente a la modernización (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y el mejoramiento (del Km 3+040 y del Km 7+211) de un camino rural de terracería, que corre sobre una superficie que temporalmente se inunda dificultando la circulación de los vehículos, y que si bien ya tiene más de 30 años operando, esta corresponde a una terracería que no cumple con los estándares de calidad de la SCT, consecuentemente, con el</u>

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
		<u>desarrollo de la modernización y el mejoramiento, se busca, además de brindar una carretera más ágil y segura, que esta sea viable en materia ambiental, consecuentemente considerando que su desarrollo implica la implementación de rectificaciones, se plantea que las zonas que queden en desuso serán sometidas a un programa de restauración como se plantea en el Capítulo VI de medidas de mitigación, con lo que se busca recuperar 2.73 Ha.</u>
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas	No es competencia del promovente ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	El promovente no tiene competencia para ejecutar lo descrito en esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	El proyecto refiere a la modernización de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura, por tanto no es competencia del promovente ejecutar esta acción.
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.	<u>El proyecto es congruente con lo establecido en esta acción, pues como se ha descrito, este consiste en la modernización (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y el mejoramiento (del Km 3+040 y del Km 7+211) de un camino rural partir de una terracería que ha venido operando desde hace más de 30 años, el cual como parte de sus Medidas de</u>

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
		<u>Mitigación plantea la propagación de especies florísticas enlistadas en alguna categoría de la NOM-050-SEMARNAT-2010, así como también se pretende la ejecución de un Programa de Reforestación y la ejecución de un Programa de Restauración e integración de zonas en desuso por la implementación de rectificaciones ; específicamente el programa de restauración está dirigido a la recuperación de suelos y reforestación con elementos de selva baja caducifolia o selva mediana según corresponda, con la finalidad de inducir el mejoramiento y la reintegración de los sitios en desuso al medio.</u>
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	No es competencia del promovente ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	<u>El proyecto está en concordancia con lo estipulado por esta acción, pues como parte de su desarrollo se plantea la aplicación de las Medidas de Mitigación, las cuales están enfocadas en minimizar en lo posible los impactos ambientales generados por la construcción del proyecto, en este sentido se plantea la restauración de las zonas que queden en desuso por la implementación de rectificaciones, así como la construcción de pasos de fauna, con lo cual se estará beneficiando a la fauna, al restablecer su hábitat y conformar corredores biológicos que les permitan conectar con las zonas donde se haya perdido este servicio ambiental, enfocado principalmente en zonas conservadas.</u>
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	El promovente no tiene competencia para ejecutar lo descrito en esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino rural de terracería con una

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
		longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
G028	Promover el uso de energías renovables.	El proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura, por tanto no es competencia del promovente ejecutar esta acción.
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	No es competencia del promovente ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	El promovente no tiene competencia para ejecutar lo descrito en esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
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.	El proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura, por tanto no es competencia del promovente ejecutar esta acción.
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	No es competencia del promovente ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	El promovente no tiene competencia para ejecutar lo descrito en esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
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.	El proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura, por tanto no es competencia del promovente ejecutar esta acción.
G035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	No es competencia del promovente ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	El promovente no tiene competencia para ejecutar lo descrito en esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
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.	El proyecto refiere a la modernización (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y el mejoramiento (del Km 3+040 y del Km 7+211) de un camino rural de terracería cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura, por tanto no es competencia del promovente ejecutar esta acción.

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	No es competencia del promovente ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	El promovente no tiene competencia para ejecutar lo descrito en esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	El proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura, por tanto no es competencia del promovente ejecutar esta acción.
G041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios	No es competencia del promovente ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
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.	El promovente no tiene competencia para ejecutar lo descrito en esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
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 Acuacultura Sustentable.	El proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura, por tanto no es competencia del promovente ejecutar esta acción.
G044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	No es competencia del promovente ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	El promovente no tiene competencia para ejecutar lo descrito en esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	<u>El proyecto refiere a la modernización (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y el mejoramiento (del Km 3+040 y del Km 7+211) de un camino rural de terracería, que si bien donde pretende establecerse no es una zona donde haya problemas con el tránsito, su finalidad se centra en mejorar las condiciones actuales que permitan brindar una vía de comunicación más ágil y segura, con lo cual favorecerá al menos a 14 localidades rurales, coadyuvando en la disminución de las condiciones de marginación de la región.</u>
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	El proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura, por

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
		tanto no es competencia del promovente ejecutar esta acción.
G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales	No es competencia del promovente ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	El promovente no tiene competencia para ejecutar lo descrito en esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	El proyecto refiere a la modernización de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura, por tanto no es competencia del promovente ejecutar esta acción.
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	No es competencia del promovente ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	El promovente no tiene competencia para ejecutar lo descrito en esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	El proyecto refiere a la modernización de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura, por tanto no es competencia del promovente ejecutar esta acción.
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	No es competencia del promovente ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
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.	<u>El proyecto refiere a la modernización (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) de un camino rural de terracería, mediante actividades de ampliación y rectificación de 7.83 Km y el mejoramiento del Km 3+040 y del Km 7+211, en una longitud de 4.17 Km, a través de la limpieza del camino actual, el tendido de carpeta, así como la instalación de obras de drenaje que permitan el correcto funcionamiento. En la fase de modernización se prevé la afectación de vegetación forestal, consecuentemente el proyecto debe realizarse de conformidad con lo que establece la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables en materia forestal, previniendo la presentación de esta Manifestación de Impacto Ambiental y posteriormente el Estudio Técnico Justificativo de Cambio de Uso de Suelo correspondiente.</u>
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.	El promovente no tiene competencia para ejecutar lo descrito en esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
		actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	El proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura, por tanto no es competencia del promovente ejecutar esta acción.
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.	No es competencia del promovente ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
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.	<u>El proyecto está en apego a lo señalado por esta acción; pues en este capítulo se presenta la vinculación correspondiente con la ANP en la que recae, considerando su decreto de creación y su Programa de Manejo.</u>
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	El promovente no tiene competencia para ejecutar lo descrito en esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	El proyecto refiere a la modernización de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura, por tanto no es competencia del promovente ejecutar esta acción.

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	No es competencia del promovente ejecutar esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos	El promovente no tiene competencia para ejecutar lo descrito en esta acción, pues el proyecto refiere a la modernización y mejoramiento de un camino rural de terracería con una longitud total son 12 Km, y cuya finalidad es mejorar sus condiciones actuales y brindar una vía de comunicación más ágil y segura.
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.	<u>El proyecto precisamente refiere a la construcción de una carretera refiere a la modernización (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y el mejoramiento (del Km 3+040 y del Km 7+211) de un camino rural de terracería, que si bien ya tiene más de 30 años operando, esta corresponde a una terracería que no cumple con los estándares de calidad de la SCT, consecuentemente, con el desarrollo de la modernización se busca, además de brindar una carretera más ágil y segura, que esta sea viable en materia ambiental, consecuentemente para evitar en la mayor medida posible la afectación al comportamiento hidrológico de los flujos se plantea la implementación de obras de drenaje que permitan el libre flujo del agua.</u>
G065	La realización de obras y actividades en Areas 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.	<u>El proyecto es congruente con esta acción, pues al presentar esta Manifestación de Impacto Ambiental, y una vez ingresada para su evaluación ante la SEMARNAT se solicitarán durante el proceso las opiniones técnicas necesarias, incluidas la opinión de la Dirección de la ANP donde recae el proyecto.</u>

III.3. Zonas Sujetas a Conservación Ecológica

Áreas Naturales Protegidas

Las Áreas Naturales Protegidas (ANPs), son aquellas zonas de un territorio que han quedado sujetas al régimen de protección para preservar ambientes naturales, salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres, lograr el aprovechamiento sustentable de los bienes y servicios brindados por los ecosistemas y mejorar la calidad de vida en los centros de población y sus alrededores.

A este respecto, la zona del proyecto se encuentra asentada dentro de una ANP de carácter federal, denominada Área de Protección de Flora y Fauna Bala'an K'aax.

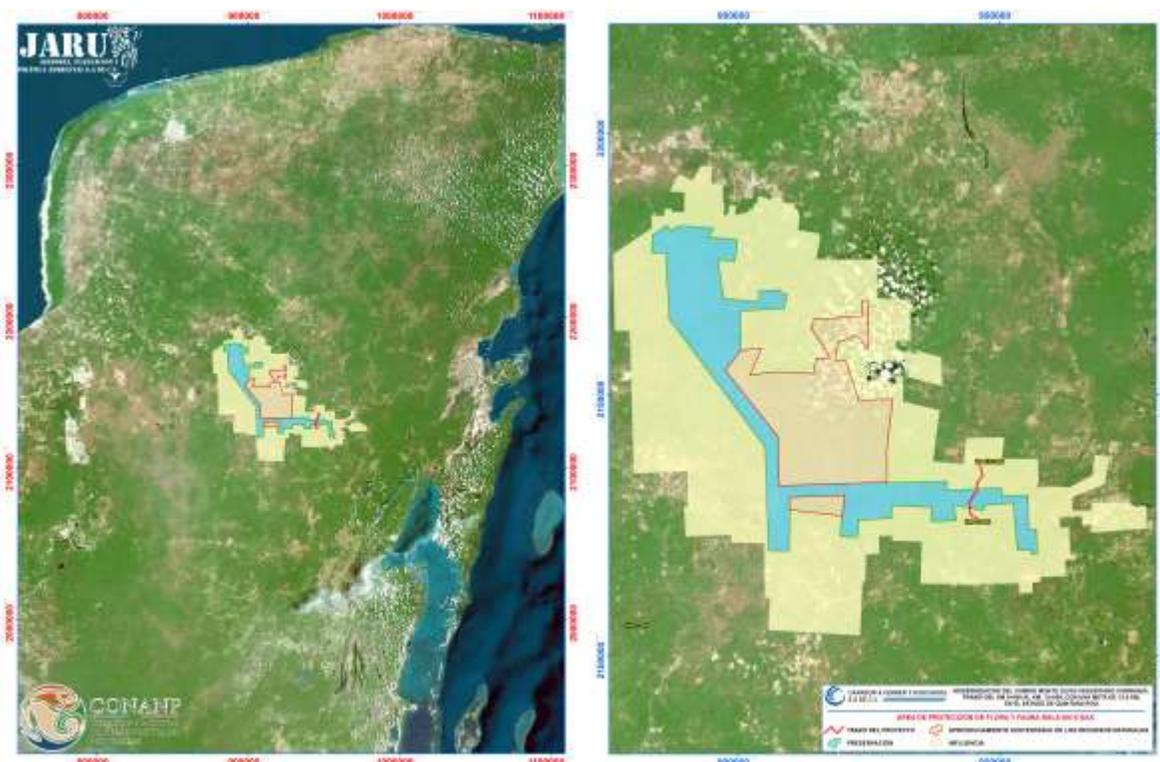


Figura III.7. El proyecto recae sobre una Área Natural Protegida de carácter Federal denominada Área de Protección de Flora y Fauna Bala'an K'aax.

Decreto de la ANP

Las áreas de protección de flora y fauna son áreas establecidas de conformidad con las disposiciones generales de la LGEEPA y otras leyes aplicables en lugares que contiene los hábitats de cuya preservación dependen la existencia, transformación y desarrollo de especies de flora y fauna silvestres. De esta forma, el Área Natural Protegida Bala'an K'aax fue decretada bajo la categoría de Área de Protección de Flora y Fauna el 3 de

mayo de 2005⁴, ubicada en los municipios de José María Morelos y Bacalar en el estado de Quintana Roo, es considerada un eslabón importante para el desarrollo del Corredor Biológico Sian Ka'an - Calakmul, ya que une a las reservas de la biosfera que lo componen, fortaleciendo directamente al Corredor Biológico Mesoamericano y constituyendo una cadena de protección y manejo forestal y de fauna silvestre que garantiza la interconectividad de los ecosistemas y la permanencia de las selvas peninsulares en la denominada Selva Maya.

De acuerdo a lo establecido en el decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación, la región conocida como Bala'an K'aax se ubica en los municipios de Othón P. Blanco⁵ y José María Morelos con una superficie total de 128,390-15-54.9 hectáreas; de esta forma, el decreto también establece que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales formulará el programa de manejo del área de protección de flora y fauna Bala an K aax, de conformidad con lo establecido en el presente Decreto y con sujeción a las disposiciones jurídicas aplicables. Dicho programa deberá contener, además de lo que establece la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Áreas Naturales Protegidas, lo siguiente:

- I. Los objetivos específicos del área de protección de flora y fauna;
- II. El inventario de especies de flora y fauna conocidas en la zona, la descripción de las características físicas, biológicas, económicas, sociales y culturales del área de protección de flora y fauna, en el contexto nacional, regional y local, así como el análisis de la situación que guarda la tenencia de la tierra en la superficie respectiva;
- III. Las reglas administrativas para el aprovechamiento sustentable de la flora y la fauna, de conformidad con las disposiciones jurídicas aplicables, así como los lineamientos para la protección de los ecosistemas y la prevención de la contaminación del suelo y de las aguas, conforme lo establezcan las normas oficiales mexicanas;
- IV. Las acciones a realizar por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a corto, mediano y largo plazos, y su vinculación con el Sistema Nacional de Planeación Democrática. Dichas acciones comprenderán la investigación, uso de recursos, difusión, operación, coordinación, seguimiento y control;
- V. La previsión de las acciones y lineamientos de coordinación, a fin de que exista la debida congruencia entre los objetivos del presente Decreto y otros programas a cargo de las demás dependencias de la Administración Pública Federal;
- VI. Las reglas administrativas a que se sujetarán las actividades turísticas, científicas y demás actividades productivas para un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, de conformidad con las disposiciones jurídicas aplicables, así como la determinación de los equipos y métodos a utilizarse, conforme lo establezcan las normas oficiales mexicanas aplicables, y
- VII. Las posibles fuentes de financiamiento para la administración del área de protección de flora y fauna.

⁴ http://diariooficial.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=2035254&fecha=03/05/2005

⁵ El 2 de febrero de 2011 el Congreso de Quintana Roo segregó del territorio de Othón P. Blanco el nuevo municipio de Bacalar, por lo que los datos del Decreto de Creación que datan del 2005 son anteriores a dicho cambio y por tanto se encuentran desactualizados, no obstante esto no le resta validez.

De esta forma, las actividades, acciones y lineamientos básicos para el manejo y administración del Área Natural Protegida se establecen en su programa de manejo, por lo que a continuación se realiza la vinculación correspondiente.

Programa de Manejo

Con fecha 25 de febrero de 2011, en el Diario Oficial se da a conocer el Programa de Manejo del área de Protección de Flora y Fauna Bala'an K'axx, cuyo objetivo principal es constituir el instrumento rector de planeación y regulación que establece las actividades, acciones y lineamientos básicos para el manejo y la administración del área natural protegida. De acuerdo con esto, el PM busca definir las zonas destinadas a protección, manejo, restauración, conocimiento, cultura y gestión, mediante la ejecución de diferentes objetivos específicos:

- Definir los criterios de manejo del ANP, con el objeto de mejorar el ambiente y controlar su deterioro, mediante el aseguramiento de la permanencia y el equilibrio de los procesos naturales que en ella ocurren.
- Consolidar el desarrollo sustentable del Area de Protección de Flora y Fauna, a través de estrategias y programas que determinen las actividades y acciones de conservación, protección, investigación, aprovechamiento sustentable, producción de bienes y servicios, restauración, capacitación, educación y recreación, y demás actividades relacionadas con el desarrollo sustentable.
- Realizar actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones propicias para la evolución y la continuidad de los procesos naturales y mantenimiento de la cobertura vegetal en áreas impactadas dentro del Area de Protección de Flora y Fauna.
- Fomentar la generación de estudios e investigaciones relacionadas con el manejo de los sistemas, hábitats y recursos naturales del Area de Protección de Flora y Fauna, mediante la promoción y apoyo a la investigación y sistematización de los datos en temas prioritarios para la conservación.
- Suscitar una conciencia en los diferentes sectores de la sociedad respecto de la importancia de conservar y aprovechar de forma sustentable los recursos naturales del Area de Protección de Flora y Fauna.
- Generar procesos de gestión y vinculación eficientes, medibles y sencillos, lo suficientemente sólidos como para garantizar la operación y adecuada implantación del Programa de Manejo, mediante estrategias que cubran las necesidades del Area de Protección de Flora y Fauna.

De esta forma, para precisar los criterios de manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Bala'an K'axx⁶ fue necesario definir la zonificación con lo que se busca ordenar su territorio en función del grado de conservación y representatividad de sus ecosistemas, la vocación natural del terreno, de su uso actual y potencial, de conformidad con los objetivos dispuestos en la declaratoria correspondiente. La subzonificación se determinó

⁶ <http://www.inecc.gob.mx/descargas/publicaciones/567.pdf>

con las características físicas, biológicas y socioeconómicas y su zona de influencia, su uso actual, potencial y los propósitos de conservación planteados para las mismas, por lo que el ANP de acuerdo con su PM se encuentra integrado por la Subzona de Preservación y la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales.

Conforme con esto, el área donde pretende desarrollarse el proyecto “**MODERNIZACIÓN DEL CAMINO MONTE OLIVO – VENUSTIANO CARRANZA, TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 12+000, CON UNA META DE 12.0 KM, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO**” se ubica del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000 dentro de la Zona de Influencia de la ANP y del Km 3+040 al Km 7+211 dentro de la Subzona de Preservación.



Figura III.8. El proyecto recae del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000 dentro del área definida como Zona de Influencia de la Área de Protección de Flora y Fauna Bala'an K'aax y del Km 3+040 al Km 7+211 dentro de la Subzona de Preservación.

Zona de Influencia

La zona de influencia rodea totalmente el Área de Protección de Flora y Fauna Bala'an K'aax, abarca una superficie de 305,366.77800 hectáreas, en ella se localizan los ejidos de San Carlos, Othón P. Blanco, Sabana San Francisco, San Felipe III, Gral. Francisco Villa, Candelaria II, Carolina, Puerto Arturo, X-Noh Cruz, Sudzil Chico, Alfonso Caso II, San Antonio, Nuevo Dzitaz I y II, Zafarrancho, Los Lagartos, Adolfo de la Huerta, San Isidro Poniente, Nuevo Cunduacán, Venustiano Carranza, Nuevo-Israel, Valle Hermoso,

Guadalupe Victoria, Nuevo Hochtún, El Progreso, Monte Olivo, Zamora, Caanan, 18 de Marzo, Valentín Gómez Farías, Nuevo Tabasco y Río Verde.

Conforme la delimitación de la ANP, el proyecto se ubica en esta zona en los tramos comprendidos en los Km del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000, no obstante conforme lo establece el PM aún no se han desarrollado acuerdos de colaboración y coordinación para definir las actividades encaminadas a la protección y aprovechamiento de los recursos naturales de esta zona, consecuentemente no existen criterios que regulen el establecimiento del proyecto en estas secciones.

Subzona de Preservación

La Subzona de Preservación comprende un polígono con una superficie de 68,612.07396 hectáreas. Abarca la porción norte y sur del Area de Protección de Flora y Fauna Bala'an K'aax, conectadas ambas fracciones por un corredor biológico. La parte norte corresponde a la selva mediana subcaducifolia y la parte sur a la selva baja inundable, estas presentan un bajo grado de perturbación, ya que en ambas fracciones no se realizan actividades de ningún tipo. Su importancia radica en el mantenimiento de procesos ecológicos clave, como la fijación de carbono y la captación de agua que alimenta los ríos subterráneos que existen en todo el estado, las porciones que la conforman además de ser consideradas prioritarias para la conservación de la biodiversidad, ya que representan una oportunidad para la protección de especies que se encuentran bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2001 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; reciclan nutrientes y fomentan el enlace entre ecosistemas, al mantener la conectividad en su parte central con la Reserva de la Biosfera Calakmul. De igual forma, en estas porciones se encuentran los últimos fragmentos de selva mediana subcaducifolia y ecosistemas endémicos como son las selvas inundables.

Tabla III.11. Actividades permitidas y prohibidas en la Subzona de Preservación de acuerdo al Programa de Manejo.

Actividades permitidas	Actividades prohibidas
Actividades productivas de bajo impacto ambiental (Apicultura, aprovechamiento de hongos con fines de uso doméstico, aprovechamiento de leña para uso doméstico de arbolado muerto, aprovechamiento de plantas medicinales para uso doméstico).	Actividades turístico recreativas
Colecta científica (Conforme a lo previsto por el artículo 2o., fracción VI del Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre).	Agricultura y ganadería
Colecta científica (Conforme a lo previsto por el artículo 2o., fracción VII del	Aprovechamiento forestal maderable y no maderable

Actividades permitidas	Actividades prohibidas
Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable)	
Conservación ecológica y arqueológica	Asentamientos humanos
Control y erradicación de flora y fauna exótica	Cacería
Espeleobuceo (Únicamente en actividades de investigación científica y monitoreo.	<u>Cambios de uso de suelo</u>
Filmación, fotografía y sonografía	Apertura de nuevos senderos
Instalación de infraestructura para la administración del área natural protegida	Campismo y ciclismo
Investigación científica y monitoreo del ambiente	Uso de fuego
Manejo y recuperación de fauna y flora silvestre	Establecimiento de UMA's
Prevención y combate a los incendios	Instalación de Infraestructura habitacional, turística e industrial
Reforestación con especies nativas propias del sistema y en particular del tipo de vegetación existente en el área.	Modificar las condiciones naturales de los acuíferos, cauces naturales de corriente, riberas y cuerpos de agua.
Restauración ecológica	Visitas guiadas
Supervisión y vigilancia	Utilizar herbicidas y plaguicidas
Señalización con fines de administración y delimitación del área natural protegida	Verter o descargar contaminantes, desechos o cualquier tipo de material nocivo en el suelo, subsuelo y en cualquier clase de cauce, vaso o acuífero.
Tránsito de vehículos por los caminos existentes	

Conforme lo que se señala las actividades permitidas y prohibidas, es preciso aclarar que el desarrollo del proyecto en el tramo que regula este instrumento (del Km 3+040 al Km 7+211) asentado dentro de la Subzona de Preservación no contraviene en ninguna de las actividades mencionadas; pues como parte de su desarrollo se plantea en esta sección del camino su mejoramiento a través de la limpieza del camino actual y el tendido de la carpeta, así como la instalación de obras de drenaje que permitan el correcto funcionamiento del camino actual, esto sin implicar mayor afectación al componente ambiental, es decir para el desarrollo de este tramo no se requiere del cambio de uso de suelo ni de la apertura de un nuevo sendero, pues el mejoramiento se realizará sobre el trazo actual de terracería que lleva operando más de 30 años sin la existencia de ampliaciones. Por otro lado, considerando que el trazo actual no integra obras de drenaje, se hace necesario como parte del mejoramiento del camino actual la implementación de dichas obras, con la finalidad de permitir el libre flujo del agua sin obstaculizar su paso.

Reglas Administrativas

Conforme a lo descrito en el apartado 8: Reglas Administrativas del APFF, las cuales enumeran 47 reglas distribuidas en diez capítulos de acuerdo a los temas que regulan; a continuación se realiza la vinculación del proyecto con las reglas aplicables.

Tabla III.12. Reglas Administrativas del Programa de Manejo.

Regla Administrativa	Vinculación con el proyecto
Capítulo I. Disposiciones Generales	
Regla 1. Las presentes Reglas Administrativas son de observancia general y obligatoria para todas las personas físicas o morales que realicen actividades dentro del Área de Protección de Flora y Fauna Bala'an K'aax, ubicada en los municipios José María Morelos y Othón P. Blanco, en el estado de Quintana Roo, con una superficie de 128,390- 15-54.9 ha.	El promovente está obligado a dar cumplimiento a lo establecido en el Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Bala'an K'aax así como a acatar lo ordenado por sus reglas administrativas, toda vez que el tramo comprendido del Km 3+040 al Km 7+211 se encuentra dentro del polígono de la APFF, en la Subzona de Preservación.
Regla 2. La aplicación de las presentes reglas corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias del Ejecutivo Federal, de conformidad con el Decreto de creación del APFFBK, el presente Programa de Conservación y Manejo y demás ordenamientos aplicables en la materia.	El promovente está obligado a dar cumplimiento a lo establecido en el Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Bala'an K'aax así como a acatar lo ordenado por sus reglas administrativas, toda vez que el tramo comprendido del Km 3+040 al Km 7+211 se encuentra dentro del polígono de la APFF, en la Subzona de Preservación, en caso contrario será sancionado conforme lo determine la Secretaría.
Regla 3. Para los efectos de lo previsto en las presentes reglas, además de las definiciones contenidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, su Reglamento en Materia de Áreas Naturales Protegidas y la Ley General de Vida Silvestre...	El promovente da cumplimiento a lo descrito en esta regla, por lo que realiza la vinculación de cada una de las demás reglas aplicables al proyecto considerando las definiciones contenidas en la presente regla.
Regla 4. Para los efectos de las presentes reglas, los usos y aprovechamientos que se pretendan realizar dentro del Área de Protección de Flora y Fauna Bala'an K'aax, se sujetarán a las disposiciones establecidas en la LGVS, LAN, LGDFS, LGEEPA, sus respectivos reglamentos y demás disposiciones legales aplicables.	El promovente da cumplimiento a lo descrito en esta regla, pues a lo largo de este capítulo se vinculan las disposiciones establecidas en la Ley General de Vida Silvestre, así como la Ley de Aguas Nacionales, Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
Regla 5. En el APFFBK se podrán llevar a cabo actividades de exploración, rescate y mantenimiento de sitios arqueológicos, siempre que éstos no impliquen alguna alteración o	Esta regla no le aplica al proyecto pues el proyecto refiere a la modernización de un camino rural; no obstante es preciso aclarar que no generará alguna alteración o impacto

Regla Administrativa	Vinculación con el proyecto
causen algún impacto ambiental significativo sobre sus recursos naturales, previa coordinación con el INAH.	ambiental significativo sobre los recursos naturales en la zona regulada por este programa de manejo.
Regla 6. Las personas que ingresen al APFFBK deberán recoger y llevar consigo la basura generada durante el desarrollo de sus actividades y depositarla en los sitios destinados para tal efecto por las autoridades municipales.	El promovente da cumplimiento a lo descrito en esta regla, pues al considerar el desarrollo del proyecto se tiene previsto el confinamiento y disposición adecuada de los residuos que se generen durante las actividades de mejoramiento del camino actual tanto en el tramo regulado por este Programa de Manejo como fuera de dicha zona.
Regla 7. Cualquier persona que realice obras o actividades dentro del APFFBK, que requieran de autorización, deberá portarla en forma visible y mostrarla al personal de la SEMARNAT y demás autoridades competentes cuantas veces le sea requerida, con fines de inspección y vigilancia.	El promovente dará cabal cumplimiento a lo asentado por esta regla.
Regla 8. Los visitantes y prestadores de servicios turísticos que ingresen al APFFBK deberán cubrir las cuotas establecidas en la ley federal de derechos debiendo acreditarlo portando de manera visible el brazalete (forma valorada que acredita el pago) que para tal efecto es canjeado por la Dirección del área al momento que el interesado presenta su formato SAT-5.	El promovente dará cabal cumplimiento a lo asentado por esta regla.
Regla 9. Los visitantes, prestadores de servicios turísticos y los usuarios del APFFBK tendrán las siguientes obligaciones: I. Respetar la señalización y zonificación del APFFBK; II. Acatar las indicaciones del personal de la Dirección del APFF y/o PROFEPA; III. Proporcionar los datos que, para conocimiento y estadísticas le sean solicitados por el personal de la Dirección para efectos informativos y estadísticos, y IV. Brindar el apoyo y las facilidades necesarias para que el personal de la SEMARNAT- realice labores de vigilancia, protección y control, así como en situaciones de emergencia o contingencia.	El promovente dará cabal cumplimiento a lo asentado por esta regla.
Capítulo II. De los Permisos Autorizaciones, Concesiones y Avisos	
Regla 11. Se requerirá autorización por parte de la SEMARNAT a través de sus distintas unidades administrativas para la realización de las	El promovente da cumplimiento a lo establecido en esta regla, al presentar para su evaluación y resolución la manifestación

Regla Administrativa	Vinculación con el proyecto
<p>siguientes actividades, en términos de las disposiciones legales aplicables.</p> <p>I. Colecta de ejemplares, partes y derivados de la vida silvestre, así como de otros recursos biológicos con fines de investigación científica o con propósitos de enseñanza (homoclave SEMARNAT-08-017);</p> <p>II. Aprovechamiento extractivo (homoclave SEMARNAT-08-023);</p> <p>III. Aprovechamiento forestal maderable y no maderable (homoclave SEMARNAT- 03-003 modalidades A, B, C, D, E, F, G y H, o SEMARNAT-03-052), y</p> <p>IV. Realización de obras públicas y privadas o actividades que en materia de impacto ambiental requieran autorización (homoclave SEMARNAT-04-002 modalidades A o B).</p>	<p>de impacto ambiental del proyecto ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales con la finalidad de obtener la autorización en materia ambiental de acuerdo a lo previsto por la LGEEPA y el REIA.</p>
<p>Regla 14. Para el desarrollo de las actividades a que se refiere este capítulo, independientemente de la autorización, el promovente deberá contar con el consentimiento del dueño o legítimo poseedor del predio, cuando se trate de terrenos de propiedad privada.</p>	<p>El promovente dará cabal cumplimiento a lo asentado en esta regla, e independiente de la autorización que llegará a emitir la SEMARNAT, buscará llegar a un acuerdo con el legítimo poseedor del predio en caso de existir, previamente al desarrollo de las actividades de mejoramiento del camino actual.</p>
<p>Capítulo VI. De los Usos y Aprovechamientos</p>	
<p>Regla 39. El mejoramiento y mantenimiento de caminos ya existentes podrá llevarse a cabo, siempre que éstos no se amplíen, previa autorización de impacto ambiental que en su caso corresponda.</p>	<p>El promovente es congruente con lo establecido en esta regla, pues si bien el proyecto refiere al mejoramiento de un camino, a través de su ampliación, adecuación y rectificación del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000, específicamente en el tramo regulado por este instrumento (del Km 3+040 al Km 7+211), el mejoramiento del camino actual se realizara únicamente mediante la limpieza del camino actual y el tendido de la carpeta, así como la instalación de obras de drenaje que permitan el correcto funcionamiento del camino actual, todo esto desarrollado sobre el trazo actual, con ello se busca generar la menor afectación posible a la zona.</p>
<p>Capítulo VIII. De la Zonificación</p>	
<p>Regla 41. De acuerdo con las características, usos y requerimientos particulares de protección del APFFBK, la zonificación es la siguiente:</p>	<p>El promovente da cumplimiento a lo establecido por esta regla, pues a lo largo de este apartado se realiza la vinculación</p>

Regla Administrativa	Vinculación con el proyecto
<p>Subzona de Preservación. Abarca la porción norte y sur del APFF, ambas fracciones se encuentran enlazadas por un corredor biológico. Comprende una superficie de 68,606.66 ha. En su porción norte se encuentra representada por la selva mediana subcaducifolia y en su porción sur por la selva baja inundable. Ambas poseen un grado de conservación alto, por lo que no se permitirá la realización de actividades de aprovechamiento de los recursos naturales, exceptuando las de autoconsumo. En relación con las actividades permitidas y prohibidas para la presente subzona, se estará a lo previsto en la matriz de zonificación correspondiente.</p> <p>Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales. Se ubica en el centro del APFF, abarca una superficie de 59,773.73 ha. Esta subzona está destinada a la investigación científica, educación ambiental, desarrollo de actividades turísticas de bajo impacto ambiental y al aprovechamiento forestal maderable y no maderable siempre y cuando se utilicen esquemas de sustentabilidad que garanticen su conservación a largo plazo. En relación con las actividades permitidas y prohibidas para la presente subzona, se estará a lo previsto en la matriz de zonificación correspondiente.</p>	<p>correspondiente con la Subzona en la que recae el proyecto, la cual corresponde a la Subzona de Preservación.</p>
Capítulo VIII. De las Prohibiciones	
<p>Regla 42. Dentro del APFFBK queda prohibido:</p> <ul style="list-style-type: none"> I. Llevar a cabo actividades recreativas fuera de las rutas y senderos establecidos para tal fin; II. Introducir especies de flora y fauna exótica, ya sea silvestre o doméstica; III. Molestar, remover, extraer, retener, coleccionar o apropiarse de vida silvestre y sus productos, sin la autorización correspondiente; IV. Cazar, sin la autorización correspondiente; V. El aprovechamiento forestal maderable y no maderable, sin la autorización correspondiente; VI. Dañar la flora silvestre; VII. El uso de lámparas de alta potencia o cualquier otra fuente de luz para el aprovechamiento u observación de ejemplares de vida silvestre; VIII. Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de especies silvestres; IX. Alterar vestigios arqueológicos o culturales; X. Realizar quemas o fogatas; 	<p>El proyecto es congruente con lo establecido en esta regla, pues si bien este refiere a la modernización de un camino, en la sección regulada por este Programa de Manejo, correspondiente al tramo del Km 3+040 al Km 7+211, únicamente se realizará su mejoramiento, a través de la limpieza del camino actual y el tendido de la carpeta, así como la instalación de obras de drenaje que permitan el correcto funcionamiento del camino actual, consecuentemente el proyecto no implica la apertura de un nuevo camino, ni el cambio de uso de suelo. Con ello se busca generar la menor afectación posible a la zona.</p>

Regla Administrativa	Vinculación con el proyecto
XI. Usar explosivos; XII. Interrumpir, rellenar, desecar o desviar flujos hídricos; XIII. Arrojar, verter o descargar desechos o cualquier tipo de material y sustancia nociva, en el suelo, subsuelo y cuerpos de agua, así como desarrollar cualquier actividad contaminante; XIV. Apertura de brechas, senderos y caminos sin los estudios o la autorización correspondiente; XV. Cambiar el uso de suelo, y XVI. Crear nuevos centros de población.	
Capítulo IX. De la Inspección y Vigilancia	
Regla 43. La inspección y vigilancia del cumplimiento del presente instrumento corresponde a la SEMARNAT por conducto de la PROFEPA y CONANP, sin perjuicio del ejercicio de las atribuciones que corresponda a otras dependencias del Ejecutivo Federal.	El promovente podrá ser inspeccionado o vigilado durante el desarrollo de las actividades que comprenden el proyecto por conducto de la PROFEPA, con la finalidad de dar cumplimiento a lo establecido en el Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Bala'an K'aax y a lo ordenado por las reglas administrativas, toda vez que el área donde pretende desarrollarse el proyecto se ubica dentro del polígono del APFF, en la Subzona de Preservación, en caso contrario será sancionado conforme lo determine la Secretaria.
Capítulo X. De las Sanciones y Recursos	
Regla 45. Las violaciones al presente instrumento serán sancionadas de conformidad con lo dispuesto en la LGEEPA, en el Título Vigésimo Quinto del Código Penal Federal, la LGDFS, la LGVS, la LAN y demás disposiciones jurídicas aplicables.	Es del conocimiento del promovente que en caso de cualquier violación a lo establecido en el Programa de Manejo de la Área de Protección de Flora y Fauna Bala'an K'aax y a lo ordenado por sus reglas administrativas, podrá ser sancionado de conformidad a lo dispuesto en la LGEEPA, en la LGDFS, en la LGVS, en la LAN, en el Código Penal Federal y demás disposiciones jurídicas aplicables.

Análisis de compatibilidad del proyecto con el Área de Protección de Flora y Fauna Bala'an K'aax.

De acuerdo a las Reglas Administrativas de la ANP que regulan la zona donde recae el proyecto (del Km 3+040 al Km 7+211) en la Subzona de Preservación, y como lo establece la Regla 39 del Capítulo VI sobre los Usos y Aprovechamientos, **se permite el**

mejoramiento y mantenimiento de caminos ya existentes, siempre que éstos no se amplíen, previa autorización de impacto ambiental que en su caso corresponda, en este contexto, y considerando que el proyecto pretende la modernización (a través de actividades de ampliación y rectificación de 7.83 Km) así como el mejoramiento de 4.17 Km del camino Monte Olivo-Venustiano Carranza, el cual tiene una longitud en conjunto de 12.00 Km; sin embargo y de acuerdo a lo establecido en el Plan de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Bala'an K'aax el proyecto solo podrá ser modernizado del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000 (con una longitud total de 7.83 Km), debido a que el trazo proyectado incide sobre la Subzona de Preservación de la ANP. En concordancia con lo establecido en el programa de manejo, la sección que corresponde del Km 3+040 al Km 7+211 (equivalente a 4.17 Km) solo se realizarán actividades de mejoramiento y mantenimiento del camino existente (el PM de la ANP establece que se pueden realizar el mejoramiento y mantenimiento de los caminos existentes siempre y cuando estos no se amplíen y no requieran de Cambio de Uso de Suelo); de esta forma, las actividades de mejoramiento del camino en la sección descrita consistirán en la limpieza del camino actual y el tendido de la carpeta, así como la instalación de obras de drenaje que permitan el correcto funcionamiento del camino actual.

De esta forma, el proyecto no incumple ninguna de las reglas administrativas del programa; en tanto, es de considerarse que el proyecto da cumplimiento a lo asentado en el Programa de Manejo, al proponer la modernización y el mejoramiento de un camino rural que beneficiará a más de 1,600 pobladores presentes en las 14 localidades que comunica dicho camino; de tal forma que su modernización traerá consigo diferentes beneficios a estas comunidades, entre los más importantes, una vía más ágil y segura, que optimizará los tiempos de recorridos de las personas que la circulan, pues como fue descrito en el Capítulo II, la principal función del proyecto es garantizar a la población de la región el acceso a servicios sociales y de salud, así como mejorar las condiciones económicas de las poblaciones cercanas y ofrecerá mayor seguridad, eficiencia y comodidad en el transporte de productos y pasajeros, así mismo será importante apoyo para el desarrollo de las localidades y beneficiará de manera secundaria a las poblaciones más alejadas.

Por otro lado, cabe señalar que para llevar el mejoramiento del camino en la fracción que regula este instrumento (del Km 3+040 al Km 7+211) no será necesario el retiro de vegetación de tipo forestal, ni se ocasionarán impactos ambientales significativos. Tomando lo anterior en consideración, por la ubicación y características del proyecto se infiere que su mejoramiento en esta subzona de preservación no ocasionará ni agravará impactos ambientales significativos que repercutan en su estado de conservación, ni ocasionará mayores repercusiones sobre el medio, lejos de esto brindará un servicio más seguro y eficiente.

Corredor Biológico Mesoamericano

En 1992, durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, llevada a cabo en Río de Janeiro, Brasil, en el seno del Convenio Centroamericano de Biodiversidad, surge el concepto de Corredor Biológico. Los corredores son áreas generalmente alargadas, que conectan dos o más regiones. Pueden

ser franjas estrechas de vegetación remanente o grandes extensiones de bosques naturales. El requisito indispensable es que mantengan la conectividad entre los extremos para evitar el aislamiento de las poblaciones.

De esta manera en 1997 se integró la iniciativa del Corredor Biológico Mesoamericano, definiendo enlaces entre las áreas protegidas de Centroamérica y proponiendo desarrollos de bajo impacto para mantener los corredores entre ellas. Por lo que en el mismo año fue establecido el Corredor Biológico Mesoamericano (CBM) por los gobiernos de los países que conforman la región mesoamericana: Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá y México. No obstante, en México la implementación del CBM inició en 2002 y se planeó para un intervalo de siete años, desarrollándose en 9 corredores ubicados en los estados de Chiapas, Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco y Oaxaca. Los objetivos generales del CBM son mantener la diversidad biológica, disminuir la fragmentación y mejorar la conectividad del paisaje y los ecosistemas; promover procesos productivos sustentables que mejoren la calidad de vida de las poblaciones humanas locales que usan, manejan y conservan la diversidad biológica.

Más específicamente, el Corredor Biológico Mesoamericano en México (CBMM) que forma parte del CBM, se define por ser el espacio en el que confluye el quehacer de un conjunto diverso de actores en zonas de particular valor para la conservación de la biodiversidad, zonas que constituyen importantes funciones de conectividad entre Áreas Protegidas en estados del Sureste de nuestro país. En 2009 el CBMM es acogido por la Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad con el fin de impulsar esta nueva herramienta de conservación en territorio mexicano: los corredores biológicos.

Los ejes de dicha estrategia parten de la convicción de que la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad no es posible si no se trabaja al mismo tiempo en reducir la pobreza y en fortalecer la viabilidad económica de las poblaciones rurales. Contribuye de manera cotidiana a la agenda ambiental global a partir de la aplicación de un modelo integral destinado a detener el ensanchamiento de la frontera agropecuaria, proteger nuestros remanentes de selvas y bosques y adoptar sólidas medidas frente al fenómeno de cambio climático. Sus objetivos se centran en fortalecer las capacidades locales en el uso sustentable de los recursos naturales y promover la conservación de los mismos para que las futuras generaciones puedan aprovecharlos, así como servir como instrumento para que los recursos del gobierno públicos apoyen a las comunidades y a la conservación de la biodiversidad. En este contexto, el área del proyecto queda asentada dentro del Corredor Biológico Mesoamericano en México como se muestra en la imagen.

El Corredor Biológico Mesoamericano en México, se complementa en la región donde se asienta el área del proyecto por las Reservas de la Biosfera Sian Ka'an y Calakmul interconectadas mediante el Área de Protección de Flora y Fauna Bala'an K'aax que constituye una continuación de ambas Reservas e incrementa la diversidad de ambientes selváticos protegidos en el centro de la Península de Yucatán. De esta forma, la APFF, resulta un elemento importante para el desarrollo del Corredor Biológico Sian Ka'an-Calakmul, siendo a su vez un componente importante del Corredor Biológico Mesoamericano.

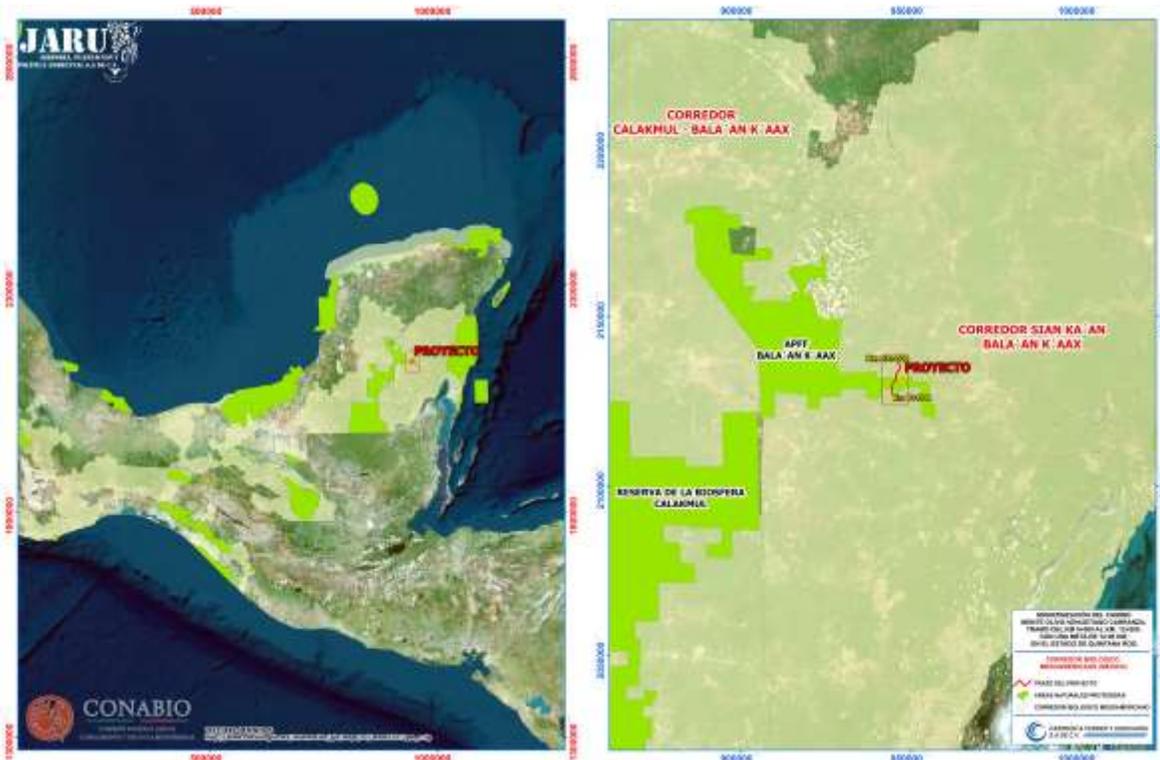


Figura III.9. El área del proyecto queda asentada dentro del Corredor Biológico Mesoamericano.

De esta forma se integra una cadena de protección y manejo forestal que garantiza la interconectividad de ecosistemas y la permanencia de la continuidad forestal de las selvas peninsulares en la denominada Selva Maya constituida entre otras regiones, por las áreas naturales protegidas del sur de Campeche y Quintana Roo, así como el complejo Montes Azules en Chiapas; los Parques Nacionales Mirador y Río Azul, la Reserva de la Biosfera Maya y el Biotopo Dos Lagunas, en Guatemala; el Parque Nacional Aguas Turbias, las reservas privadas Río Bravo y Shipstern, la Reserva Extractiva Freshwater Creek y el Crooked Tree Wildlife Sanctuary en Belice.

Análisis de compatibilidad del proyecto con el Corredor Biológico Mesoamericano en México.

El objetivo fundamental que establece el Corredor Biológico Mesoamericano en México (CBMM) es conformar zonas que integren importantes funciones de conectividad entre las Áreas Protegidas y garanticen la interconectividad de los ecosistemas y la permanencia de la continuidad forestal. El CBMM no plantea la contravención total y absoluta de cualquier actividad que se realice en los corredores o que los afecte. La estrategia que propone parte de la convicción de que la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad no es posible si no se trabaja al mismo tiempo en reducir la pobreza y en fortalecer la viabilidad económica de las poblaciones rurales. De tal forma que plantea fortalecer las capacidades locales en el uso sustentable de los recursos naturales y

promover la conservación de los mismos para que las futuras generaciones puedan aprovecharlos, así como servir como instrumento para que los recursos del gobierno públicos apoyen a las comunidades y a la conservación de la biodiversidad

En este contexto, es preciso señalar que el desarrollo del proyecto “**MODERNIZACIÓN DEL CAMINO MONTE OLIVO – VENUSTIANO CARRANZA, TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 12+000, CON UNA META DE 12.0 KM, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO**” coadyuvará precisamente en reducir la pobreza y marginación, al crear mejores y mayores oportunidades para el desarrollo humano y en general por promover condiciones de bienestar, con su construcción se proporcionan alternativas a la actividad económica y ayudará en el desarrollo de la región, evitando la afectación al Corredor Biológico Mesoamericano en México, esto mediante la aplicación de las medidas de mitigación prevención y compensación que se exponen en el Capítulo VI de este estudio, con lo que se garantiza que no se afectará el CBMM ni el Área de Protección de Flora y Fauna Bala’an K’aax que forma parte de dicho corredor, el proyecto apoyará medidas de restauración en beneficio del CBMM y del APFF y que se incluirán medidas que ayudarán, en general a la protección del entorno de dicho sitio.

Humedales Ramsar

El concepto de Zonas Húmedas adoptado por la Convención de Ramsar⁷ es abarcador, comprendiendo, además de diversos ambientes húmedos naturales, también áreas artificiales, como represas, lagos y embalses. La inclusión de áreas artificiales deriva del hecho de que, originalmente, la Convención se orientaba a proteger ambientes utilizados por aves acuáticas migratorias. Según su definición, es considerada zona húmeda toda extensión de pantanos, charcos y turberas, o superficies cubiertas de agua, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporarias, conteniendo agua parada o corriente, dulce, salobre o salada. Las áreas marinas con profundidad de hasta seis metros, en situación de marea baja, también son consideradas zonas húmedas.

Bajo este contexto, y de acuerdo a la Lista de Zonas Húmedas de Importancia Internacional de la Convención Ramsar, el área del proyecto queda asentada del Km 3+000 al Km 7+100 dentro del área delimitada como sitio Ramsar “Bala'an K'aax”.

El Sitio Ramsar Bala'an K'aax se localiza en la Península de Yucatán, al suroeste del municipio de José María Morelos y al noroeste del municipio de Othón P. Blanco, en el estado de Quintana Roo, México. Se ubica a una altitud que oscila entre los 20 y 150 metros sobre el nivel medio del mar. Presenta características que le confieren gran valor estratégico para la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Por sus valores biológicos, fue decretada como Área Natural Protegida, los principales humedales ahí presentes están constituidos por selvas bajas subperennifolias inundables, un tipo de vegetación endémico de la Península de Yucatán. La conservación de estas selvas permite la preservación, en cantidad y calidad de las fuentes de abastecimiento de agua para las comunidades de la región y los humedales costeros.

⁷ Es un tratado intergubernamental que establece marcos para acciones nacionales y para la cooperación entre países con el objetivo de promover la conservación y el uso racional de las zonas húmedas en el mundo.



Figura III.10. El área del proyecto queda asentada del Km 3+000 al Km 7+100 dentro del área delimitada como sitio Ramsar “Bala'an K'aax”.

Por la condición cárstica del terreno, existe un complejo sistema hidrológico subterráneo con una biodiversidad única y aun poco conocida. Además existe selva mediana subcaducifolia, uno de los últimos fragmentos de ese tipo de vegetación que alguna vez cubrió el 27% de la Península de Yucatán y selva mediana subperennifolia. La existencia de estas selvas permite una continuidad forestal y ecológica con los ecosistemas de las Reservas de la Biosfera Sian Ka'an y Calakmul, en el marco de la iniciativa del Corredor Biológico Mesoamericano, particularmente del Corredor Biológico Sian Ka'an - Calakmul.

Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar

De acuerdo a su ficha informativa⁸, los criterios que fueron considerados para su constitución como sitio Ramsar fueron cuatro:

Criterio 1. Las selvas bajas subperennifolias ocupan tres fragmentos con un total de 112,621 ha del interior y los alrededores de la porción sur de Bala'an K'aax. Este tipo de vegetación sólo puede encontrarse en la Península de Yucatán (Olmsted y Durán, 1990) por lo que puede considerarse como un ecosistema endémico para esta región de México. Por lo general se desarrolla en depresiones de terreno con suelos poco permeables (ak'alché), que presentan poca materia orgánica, poca afloración rocosa y

⁸ http://ramsar.conanp.gob.mx/docs/sitios/FIR_RAMSAR/Quintana_Roo/Balaan_Kaax/Bala'an%20K'aax.pdf

son oscuros con drenaje muy lento (Flores y Espejel, 1994). Estas selvas suelen ser poco diversas y cuentan con unas 110 especies vegetales, dominando aquellas micrófilas, de troncos torcidos, copas estratificadas y espinas. Algunas de las especies más características son: *Acoelorrhape wrightii*, *Dalbergia glabra*, *Bucida spinosa*, *Haematoxylon campechianum* (palo de tinte), *Bucida buceras* (pucté), *Byrsonima bucidaefolia*, *Erythroxylon confusum*, *Randia aculeata*, *Cameraria latifolia*, *Jacquinia aurantiaca*, entre otras (Olmsted y Durán 1986, 1990). Estas especies son capaces de vivir en suelos inundados todo el año, aunque también soportan prolongadas sequías (Olmsted y Durán 1986).

Criterio 2. Las especies vegetales *Spondias raldkefori*, *Tabebuia chrysantha*, *Zamia loddigesii*, y *Thrinax radiata* están amenazadas y las especies *Conocarpus erectus* y *Vanilla planifolia* se encuentran bajo protección especial de acuerdo con la NOM-ECOL-059-2001.

Criterio 3. Bala'an K'aax cuenta con una enorme riqueza de especies faunísticas. Sin embargo, aún no se cuenta con listados completos. Se tiene una lista potencial de 601 especies de vertebrados, 43% de las cuales ha sido registrado o reportado en Bala'an K'aax. Esta lista potencial representa un 19.8% de los vertebrados de todo México (INEGI, SEMARNAP 2000). La Provincia Florística Yucateca presenta una baja diversidad botánica. De acuerdo con los listados florísticos disponibles en la literatura, el número de especies para toda esta área es de alrededor de 2,300 (Durán et al. 1998). Al referirnos exclusivamente a la flora de Bala'an K'aax este número sería menor. Sin embargo, la importancia de esta vegetación es la gran cantidad de elementos endémicos que en ella se distribuyen (Durán, et al. 1998). Cuatro tipos de vegetación predominan en Bala'an K'aax: Selva mediana subcaducifolia, selva mediana subperennifolia, sabanas con *Byrsonima crassifolia* y selva baja subperennifolia (Flores y Espejel 1994). Las tres selvas son de gran relevancia ecológica y se encuentran escasamente representadas en el resto de las áreas protegidas de Quintana Roo.

Criterio 4. Los humedales que cubren las tierras bajas (selvas bajas inundables) constituyen un refugio para gran parte de las especies animales de la región. La condición de refugio se acentúa por la inaccesibilidad que la inundación impone al hombre, lo cual es de particular importancia para especies que requieren grandes territorios (*Pantera onca*, *Puma concolor*), que son intensamente cazadas (*Odocoileus virginianus*, *Agouti paca*, *Pecari tajacu*, *Agriocharis ocellata*), o que están en peligro de extinción (*Tapirus bairdii*).

Factores de deterioro

El interior de Bala'an K'aax se encuentra en buenas condiciones de conservación. Sin embargo, varios cientos de personas han ocupado terrenos nacionales y han solicitado al gobierno su legalización como propiedades privadas. De no frenarse esta tendencia, se corre el riesgo de que la fragmentación de los ecosistemas se convierta en un problema significativo. Por otro lado, el principal reto ambiental y de desarrollo que afronta la región es el problema forestal. Las tierras de Bala'an K'aax son terrenos nacionales y por tanto son "tierra de nadie". Además se encuentran en una región en la que los límites estatales no están bien definidos y, por lo tanto, no existe certidumbre jurídica o política. Todo lo anterior favorece el contrabando de madera que, de acuerdo con las autoridades

municipales de José María Morelos, es un problema que no es posible controlar por carecerse de la infraestructura y personal adecuados. Personas de Yucatán y de algunas comunidades locales son los principales contrabandistas de madera, según las mismas autoridades municipales. Se desconoce en gran medida el impacto real que la extracción de madera tiene sobre las poblaciones de especies arbóreas. Por otro lado, el hecho de que no se tiene idea alguna de la magnitud de la explotación ilegal empeora aún más la situación.

Medidas de conservación adoptadas

Desde 1997 se ha trabajado en el desarrollo de proyectos de desarrollo sustentable y educación ambiental con 6 ejidos colindantes al polígono propuesto como Área de Protección de Flora y Fauna Bala'an K'aax. Ello ha permitido a las comunidades involucradas (Río Verde, 18 de Marzo, Nuevo Tabasco, Nuevo Hochtún, Venustiano Carranza, Plan de la Noria) adquirir conocimientos acerca del ambiente que las rodea, conocer la importancia del área natural protegida y realizar actividades de beneficio social como hortalizas orgánicas. En el caso particular de 18 de Marzo, el trabajo realizado, sentó las bases para que el ejido decidiera incluir parte de sus tierras de uso común al polígono de Bala'an K'aax.

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Amigos de Sian Ka'an han trabajado estrechamente con las autoridades municipales de José María Morelos y Otón P. Blanco (municipios donde se ubica Bala'an K'aax) y del Gobierno de Quintana Roo para que conozcan a detalle las características físicas y biológicas de Bala'an K'aax, su importancia ambiental y su valor para el desarrollo sustentable de la región. Amigos de Sian Ka'an, con el apoyo del Consejo Norteamericano para la Conservación de Humedales (NAWCC, por sus siglas en inglés), National Fish and Wildlife Foundation, LightHawk, College of Environmental Science and Forestry – State University of New York, The Nature Conservancy, entre otros, realizó los estudios técnicos que avalaron las propuestas para hacer de Bala'an K'aax un área protegida y declararlo un sitio RAMSAR.

Medidas de conservación propuestas pendientes de aplicación

Existen diversos mecanismos mediante los cuales los ejidatarios y propietarios de la Zona de Cooperación, muchos de los cuales ocupan tierras de muy poco valor productivo, pueden incorporarse a esquemas de manejo compatibles con el Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna, pudiendo así, aprovechar sustentablemente los recursos naturales dentro de la misma:

- La promoción ante la SEMARNAT del establecimiento de áreas naturales protegidas en predios de su propiedad o mediante un contrato con terceros.
- El destino de sus predios, de manera voluntaria, a la preservación, protección y restauración de los ecosistemas.
- La implementación de mecanismos de conservación en tierras privadas como las servidumbres ecológicas, la renta y compra-venta de predios, entre otros.
- El desarrollo por parte del gobierno estatal de un programa de ordenamiento ecológico regional.

- La formulación e implementación por parte de los gobiernos municipales de un programa de ordenamiento ecológico local.

Como incentivo de los instrumentos antes expuestos, los ejidatarios y propietarios podrán aprovechar, con base en el Programa de Manejo, los recursos dentro del Área de Protección de Flora y Fauna. De esta forma la superficie del área protegida podría extenderse gradualmente conforme los interesados se sumaran al mecanismo propuesto.

Con base en las características hidrológicas, bióticas y de potencial forestal comercial del área, se propone una zonificación que regule el aprovechamiento de recursos naturales en zonas ecológicamente sensibles. Así, con base en el Artículo 49 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de ANP, Bala'an K'aax se dividiría en tres zonas de manejo.

Zona 1. De aprovechamiento especial - Selva mediana subcaducifolia (“Aquellas superficies generalmente de extensión reducida, con presencia de recursos naturales que son esenciales para el desarrollo social, y que deben ser explotadas sin deteriorar el ecosistema, modificar el paisaje de forma sustancial, ni causar impactos ambientales irreversibles en los elementos naturales que conforman” – Art. 49 Reglamento LGEEPA en materia de ANP).

Zona 2. De aprovechamiento sustentable de los recursos naturales - Selva mediana subperennifolia (“Aquellas superficies en las que los recursos naturales pueden ser aprovechados, y que, por motivos de uso y conservación de sus ecosistemas a largo plazo, es necesario que todas las actividades productivas se efectúen bajo esquemas de aprovechamiento sustentable” – Art. 49 Reglamento LGEEPA en materia de ANP).

Zona 3. De aprovechamiento especial – Selva baja inundable (“Aquellas superficies generalmente de extensión reducida, con presencia de recursos naturales que son esenciales para el desarrollo social, y que deben ser explotadas sin deteriorar el ecosistema, modificar el paisaje de forma sustancial, ni causar impactos ambientales irreversibles en los elementos naturales que conforman” – Art. 49 Reglamento LGEEPA en materia de ANP).

Las zonas de manejo 1 y 3, por los ecosistemas que presentan y por ser esenciales para el desarrollo de las comunidades vecinas, deberán enfocarse en las acciones de conservación de los últimos fragmentos de selva mediana subcaducifolia y de la selva baja inundable, incluyendo los procesos hidrológicos que ahí ocurren por ser de importancia regional tanto social como ecológica. Las acciones de aprovechamiento que ahí se realicen deberán basarse en la producción forestal no maderable que no deterioren el ecosistema, ni modifiquen el paisaje de manera sustancial, ni provoquen impactos ambientales irreversibles. La zona de manejo 2 puede ser un área de aprovechamiento forestal maderable y no maderable siempre y cuando se utilicen esquemas de sustentabilidad que garanticen su conservación a largo plazo.

Análisis de compatibilidad del proyecto con el Sitio Ramsar Bala'an K'aax.

La política que establece Ramsar es de congruencia entre la situación actual de los humedales, las necesidades de las comunidades que tienen una vinculación natural o

económica con los mismos humedales y la integración de instrumentos de conservación. Ramsar no plantea la prohibición total y absoluta de cualquier actividad que se realice en los humedales o que los afecte. Lo que propone es que se reconozca la situación de los humedales y se permitan y fomente las actividades de manera sustentable. Lo anterior sí se reconoce en el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe e incluso en la propia Área de Protección de Flora y Fauna Bala'an K'aax en donde se plantea la promoción de actividades que permitan el desarrollo sustentable, esto es, que se aprovechen los recursos naturales pero de manera que se garantice la existencia de esos recursos y, en consecuencia, de los servicios ambientales que proporcionan.

En la ficha informativa de Bala'an K'aax, como sitio Ramsar, se reconoce la grave presión que se está ejerciendo en el área. Es evidente que el riesgo de que la fragmentación de los ecosistemas se convierta en un problema significativo está latente, pues el principal reto ambiental y de desarrollo que afronta la región es el problema forestal, aunado a esto, un problema que no es posible controlar por carecerse de la infraestructura y personal adecuado es el contrabando de madera. Por esta razón, resulta esencial que se den alternativas a las actividades económicas que se desarrollan dentro del área que comprende el sitio Ramsar, sólo de esa forma la población podrá obtener los satisfactores de su vida diaria sin tener que presionar la sustentabilidad de la región. Es más, dentro de las políticas que establece la Convención, se prevé que sólo atacando la pobreza y permitiendo un desarrollo económico sustentable puede garantizarse la permanencia y subsistencia de los sitios Ramsar.

En este contexto, es preciso señalar que una de las finalidades del proyecto "MODERNIZACIÓN DEL CAMINO MONTE OLIVO – VENUSTIANO CARRANZA, TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 12+000, CON UNA META DE 12.0 KM, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO" es precisamente proporcionar esas alternativas a la actividad económica y coadyuvar en el desarrollo de la región, evitando la afectación al sitio Ramsar, esto mediante la aplicación de las medidas de mitigación prevención y compensación que se exponen en el Capítulo VI de este estudio, con lo que se garantiza que no se afectará el ciclo propio del humedal, que se apoyarán medidas de restauración en beneficio del sitio Ramsar y que se incluirán medidas que ayudarán, en general a la protección del entorno de dicho sitio.

Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA)

Estas áreas son de importancia internacional para la conservación de aves, pues normalmente proveen hábitat esencial para una o más especies de aves; estos sitios pueden tener aves amenazadas, con rango de distribución restringida, las que son representativas de un bioma o concentraciones numerosas de aves en sitios de reproducción, durante su migración, o en sus sitios de hibernación.

En este contexto, la zona del proyecto comprendida del Km 0+000 al Km 2+400 incide dentro de la AICA SE-52, la cual corresponde a la denominada como Corredor Calakmul-Sian Ka'an.



Figura III.11. El proyecto incide del Km 0+000 al Km 2+400 en la AICA SE-52 “Corredor Calakmu-Sian Ka’an”.

El AICA SE- 52 Corredor Calakmul-Sian Ka’an, conecta dos de las reservas más importantes del trópico mexicano; comprende un área aplanada y una característica importante es la carencia de escurrimientos superficiales, encontrándose solamente cuerpos de agua superficiales, conocidos localmente como aguadas que se forman en depresiones naturales del terreno y muchas son solo temporales. El clima es cálido subhúmedo. La región donde se ubica la AICA se encuentra en la zona arqueológica más grande del país, siendo la segunda del Imperio Maya después de Tikal en Guatemala (zona arqueológica de Calakmul). En el AICA dominan el Bosque Tropical Subcaducifolio (Akalchés, SMSC) 80%; Bosque Tropical Perennifolio 10%; Pastizales 5%; y Vegetación Acuática 5%. La vegetación hidrófila conocida en maya como Akalchés y aguadas comprende el 35% restante. Entre los elementos arbóreos característicos están: el cedro, la caoba, el chicozapote, el guayacán y ramón en los bosques. El palo de tinte y guiro en los Akalchés, los cuales conforman alturas de menos de 25 m de alto, pero no todos los componentes son estrictamente subperennifolios, destacan las epífitas y las palmas, además existen zonas de cultivo y extensas áreas de pastizales. Aunque existen numerosos poblados en el área éstos son pequeños y un poco aislados, lo que propicia que algunas zonas estén relativamente conservadas y otras no hayan sido sumamente perturbadas. En algunas áreas el acceso es limitado en ciertas épocas del año por lo que hay áreas inaccesibles.

Esta AICA es considerada la más grande del trópico mexicano alojando aproximadamente 355 especies de aves (Wood y Berlanga), además presenta 118 (75.2%) de las 143

reportadas para el estado dentro de alguna de las categorías de riesgo, y presentando nueve especies endémicas de la región (cuasiendémicas).

Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

La delimitación de las Regiones Terrestres Prioritarias tiene como objetivo la determinación de unidades con una gran riqueza ecosistémica e integridad ecológica funcional para su conservación; en este sentido, el proyecto incide dentro de la RTP-147 denominada Sian Ka'an-Uaymil-Xcalak.

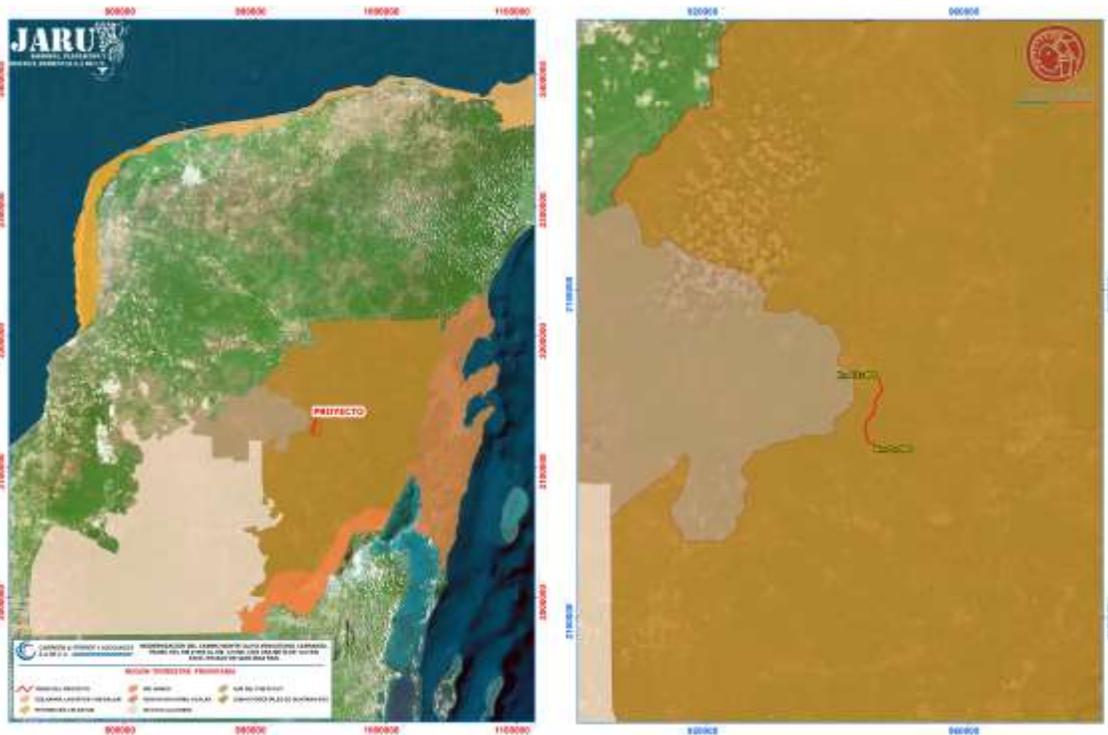


Figura III.12. El proyecto en comento incide dentro de la RTP-147, denominada “Sian Ka’an-Uaymil-Xcalak”.

Esta RTP se ubica entre los municipios de Felipe Carrillo Puerto y Othón p. Blanco (y Bacalar), cubre una superficie de 6,808 Km², y es definida una región prioritaria en función a la riqueza de ecosistemas con un grado alto de conservación que presenta, pues comprende las ANP de Sian Ka'an y Uaymil, la península meridional de Quintana Roo (región Majahual-Xcalak) que bordea la bahía de Chetumal, donde predomina la vegetación de selva baja subperennifolia, el manglar y la vegetación de zonas inundables, en un área con baja presencia de población humana (poblados costeros a lo largo de la comunicación carretera Cafetal-Majahual-Santa Cecilia y del entronque de Majahual hacia Tampalam). Además de que presenta continuidad y comunicación con las otras regiones prioritarias del sur de Quintana Roo y los ecosistemas costeros y marinos de la zona tanto de México como de Belice. Como parte la problemática que plantea la RTP es la

existencia de problemas de crecimiento desordenado de poblaciones humanas debido a la promoción por parte del sector turístico en la zona costera; en este sentido, es preciso aclarar que el proyecto en comento no alterará la RHP ni incrementará la problemática identificada, pues el proyecto se ubica fuera de la zona de costa, que donde precisamente se identifica el problema, la zona donde se ejecuta el proyecto no es precisamente una zona ideal para el turismo.

Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

Las Regiones Hidrológicas Prioritarias forman parte de una serie de estrategias instrumentadas por la CONABIO, que tienen como objetivo diagnosticar las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación, uso y manejo sostenido; en este sentido, el proyecto no incide dentro de ninguna Región Hidrológica Prioritaria, las más próximas al sitio del proyecto se ubican a 50.21 Km al Noreste del fin del trazo y es la RHP-99 Laguna Chichancanab y a 74.72 Km en dirección Noroeste la RHP-100 Cono Sur-Peto.

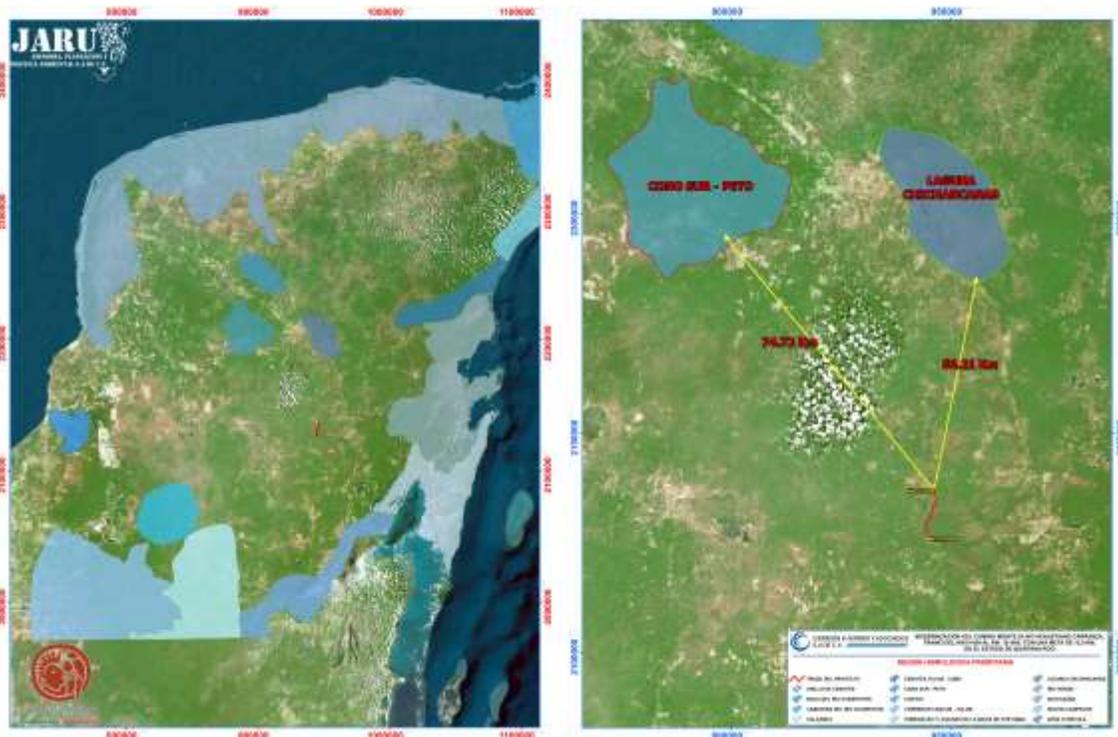


Figura III.13. El proyecto en comento no incide dentro de ninguna RHP, las más próximas son la RHP-99 Laguna Chichancanab y la RHP-100 Cono Sur-Peto (CONABIO, 2011).

La RHP-99 Laguna Chichancanab comprende los estados de Quintan Roo y Yucatán, en los municipios José María Morelos, Dziuché y Bulukax, cuenta con una extensión de 627.88 Km². En la región, la principal actividad económica es la pesca y la agricultura, esto debido a sus características ambientales. El clima es muy favorable, pues se registra un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, así como una temperatura anual que fluctúa entre los 26 y los 28°C, lo que ha favorecido el desarrollo de una importante biodiversidad. Los tipos de vegetación están representados por selva alta subperennifolia, selva mediana subperennifolia y pastizal cultivado. La fauna característica la representan desde crustáceos como el misidáceo *Antromysis (Antromysis) cenotensis*, el palemónido *Creaseria morleyi*, el anfípodo *Mayaweckelia cenoticola*, los decápodos *Typhlatya mitchelli* y *T. pearsei*; de peces *Anguilla rostrata*, *Gambusia sexradiata*, *G. yucatanana*, *Poecilia orri*, *Rhamdia guatemalensis*; de aves el loro yucateco *Amazona xantholora*, *Aramus guarauna*, *Buteogallus anthracinus*, *Cathartes burrovianus*, *Crax rubra*, *Falco ruficularis*, *Helmitheros swainsonii*, *Penelope purpurascens*, *Sarcoramphus papa*, el chipe encapuchado *Wilsonia citrina*. Endemismo de peces *Cyprinodon beltrani*, *C. labiosus*, *C. maya*, *C. simus*, *C. verecundus*, *Poecilia velifera*, *Ogilbia pearsei* y *Ophisternon infernale*. Todas estas especies se encuentran amenazadas. La introducción de tilapia ha provocado la reducción de las poblaciones endémicas de peces.

La problemática identificada en esta RHP es la modificación del entorno, esto mediante la quema de vegetación ribereña para ser sustituida por andadores de piedra y concreto, lo que elimina microhábitats críticos para muchas especies. Además de la contaminación por materia orgánica y agroquímicos y el uso de los recursos, mediante la introducción del pez tilapia (*Oreochromis mossambicus*). Por lo que se plantea que para seguir conservando la RHP se requiere implementar un control de la tilapia y la conservación de las especies afectadas. Además de la elaboración de estudios en cuanto a la relación de aguas subterráneas y cuencas vecinas, con la finalidad de conocer más la zona y poder plantear planes de conservación y manejo.

III.4. Cumplimiento de leyes, reglamentos o normas de los tres niveles de gobierno

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

Esta ley contiene diversas disposiciones relacionadas con el desarrollo de diferentes proyectos; así, en el Artículo 28 se establece que la evaluación del impacto ambiental es un procedimiento mediante el cual la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) busca evitar o reducir al mínimo los efectos negativos que la realización de obras o actividades podría tener sobre el ambiente. Con este procedimiento se busca establecer las condiciones a que se sujetarán los proyectos 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. En este sentido, para la ejecución del proyecto “**MODERNIZACIÓN DEL CAMINO MONTE OLIVO – VENUSTIANO CARRANZA, TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 12+000, CON UNA META DE 12.0 KM, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO**” se requiere obtener la autorización previa en materia de impacto ambiental de la SEMARNAT.

Tabla III.13. Vinculación del proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).

Lineamiento	Vinculación con el proyecto
<p>ARTÍCULO 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece 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 medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos;...</p>	<p>El proyecto corresponde a la modernización a través del actividades de ampliación y rectificación de 7.83 Km comprendidos del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000, así como el mejoramiento de 4.17 Km comprendidos del Km 3+040 al Km 7+211, solo mediante la limpieza del camino actual, el tendido de la carpeta, así como la instalación de obras de drenaje que permitan el correcto funcionamiento del camino actual; como tal, corresponde al inciso I, bajo el rubro de vías generales de comunicación. Por consiguiente, el promovente presenta esta Manifestación de Impacto Ambiental como parte de su solicitud de autorización en materia de impacto ambiental del proyecto.</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>En cumplimiento de dicha disposición, se elaboró y se sometió la presente manifestación al procedimiento de evaluación de impacto ambiental.</p>
<p>ARTÍCULO 35.- Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días. Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas</p>	<p>En este capítulo se analiza la congruencia del proyecto con lo que indica la legislación vigente y las normas oficiales mexicanas aplicables.</p>

Lineamiento	Vinculación con el proyecto
que resulten aplicables. Asimismo, para la autorización a que se refiere este artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación. Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría emitirá, debidamente fundada y motivada, la resolución correspondiente ...	

Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación de impacto ambiental

El Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental define con mayor precisión las atribuciones de la Secretaría y los tipos de obra que requieren manifestar el impacto ambiental, la modalidad que les corresponden y el alcance de los trabajos. La “**MODERNIZACIÓN DEL CAMINO MONTE OLIVO – VENUSTIANO CARRANZA, TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 12+000, CON UNA META DE 12.0 KM, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO**” requiere de una manifestación de impacto ambiental por ser una vía general de comunicación y encontrarse listada en el Artículo 28 de la LGEEPA.

Tabla III.14. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental.

Lineamiento	Vinculación con el proyecto
<p>ARTÍCULO 6. Las ampliaciones, modificaciones, sustituciones de infraestructura, rehabilitación y el mantenimiento de instalaciones relacionado con las obras y actividades señaladas en el artículo anterior, así como con las que se encuentren en operación, no requerirán de la autorización en materia de impacto ambiental siempre y cuando cumplan con todos los requisitos siguientes:</p> <p>I. Las obras y actividades cuenten previamente con la autorización respectiva o cuando no hubieren requerido de ésta;</p> <p>II. Las acciones por realizar no tengan relación alguna con el proceso de producción que generó dicha autorización, y</p> <p>III. Dichas acciones no impliquen incremento alguno en el nivel de impacto o riesgo ambiental, en virtud de su ubicación,</p>	<p>El proyecto consiste en ampliación, adecuación y construcción de un camino “Tipo C” a partir de una terracería del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+00; adicionalmente, se requiere del mejoramiento de la sección presente del Km 3+040 al Km 7+211; en esta última solo se realizaran trabajos de despalme, limpieza del sitio, adecuación de obras de drenaje y colocación de carpeta asfáltica, por lo que no existirá ampliaciones (liberación de D.V.), ni desmonte, todos los trabajos se sobre estas sección (4.17 Km) se realizaran sobre el eje actual del camino. Debemos enfatizar que este camino ha venido operando desde hace mas de 30 años y provee de servicio a más 1,600 personas y 14 pequeñas localidades que se distribuyen entorno al proyecto (utilizan esta vía para llegar a la carretera 293 y poder dirigirse a la cabera municipal de Bacalar o a la capital del estado de Quinta Roo). De acuerdo</p>

Lineamiento	Vinculación con el proyecto
<p>dimensiones, características o alcances... En estos casos, los interesados deberán dar aviso a la Secretaría previamente a la realización de dichas acciones.</p>	<p>a la información proporcionada por la promovente, el proyecto contempla:</p> <p>1) La modernización de una terracería actual a un camino "Tipo C", sin embargo, el proyecto incursiona dentro de la Subzona de Preservacion de la ANP "APFyF Bala'an Ka'ax" por lo que los trabajos de modernización solo se realizaran a lo largo de 7.83 Km (Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000), la sección donde no se proyecta dicha modernización (ampliación y rectificación de curvas) contempla la ejecución de trabajos de mejoramiento del camino actual , esto de acuerdo a lo establecido en el PM de la ANP "APFyF Bala'an Ka'ax".</p> <p>2) Las actividades de modernización a lo largo de 7.83 Km, del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000 requerirán:</p> <p>a) La afectación de 2.96 ha de vegetación forestal, de estas 1.785 Ha a través de la liberación del DV; los trabajos se realizaran entre los Km 0+800 al Km 1+000, del Km 1+800 al Km 2+100, del Km 2+120 al Km 2+400, del Km 2+460 al Km 2+980, del Km 7+211 al Km 7+760, del Km 7+780 al Km 8+020, del Km 8+060 al Km 8+320, del Km 8+440 al Km 8+520 y del Km 8+580 al Km 10+300 y corresponden a las zonas de rectificación. La zona de ampliación del eje actual corresponde a los Km 0+000 al Km 0+540, del Km 0+540 al Km 0+800, del Km 1+000 al Km 1+100, del Km 1+100 al Km 1+180, del Km 1+180 al Km 1+220, del Km 1+220 al Km 1+360, del Km 1+360 al Km 1+440, del Km 1+440 al Km 1+500, del Km 1+500 al Km 1+560, del Km 1+560 al Km 1+600, del Km 1+600 al Km 1+700, del Km 1+700 al Km 1+800, del Km 2+100 al Km 2+120, del Km 2+400 al Km 2+460, del Km 2+980 al Km 3+040, del Km 7+760 al Km 7+780, del Km 8+020 al Km 8+060, del Km 8+320 al Km 8+420, del Km 8+420 al Km 8+440, del Km 8+520 al Km 8+580, del Km 10+300 al Km 10+320, del Km 10+320 al Km 10+440, del Km 10+440 al Km 11+020, del Km 11+020 al Km 11+600, del Km 11+600 al Km 11+960 y del Km 11+960 al Km 12+000 y en ellos se desmontara una superficie de 1.176</p>

Lineamiento	Vinculación con el proyecto
	<p>Ha.</p> <p>b) Para el desarrollo de las actividades de modernización (ampliaciones y rectificaciones del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al 12+000) sera necesario desmontar un total de 1,758 ejemplares arbóreos pertenecientes a 11 especies y 6 familias. De acuerdo a los datos tomados en campo, la altura promedio de los ejemplares arbóreos oscila entre 2.60 m y 7.42 m; con diámetros variables. Del total de las especies sujetas a desmonte que serán afectadas, se identificó que <i>Thrinax radiata</i> y <i>Cedrela odorata</i> presentan estado de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, la primera está catalogada bajo el estatus Amenazada (14 ejemplares afectados) y la segunda bajo estatus de Protección especial (345 ejemplares afectados).</p> <p>c) La instalación de 24 obras de drenaje menor (estas se ubican en el Km 0+121, en el Km 0+321, así como en el Km 0+605, en el Km 1+135, en el Km 1+262, en el Km 1+925, en el Km 2+170, en el Km 2+425, en el Km 2+675, en el Km 2+925, en el Km 7+530, en el Km 7+670, en el Km 7+970, en el Km 8+585, en el Km 8+835, en el Km 9+085, en el Km 9+335, en el Km 9+805, en el Km 10+230, en el Km 10+645, en el Km 10+765, en el Km 11+005, en el Km 11+362 y en el Km 11+601). Estas obras solo corresponden a la sección donde se ejecutara la modernización del camino (Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al 12+000).</p> <p>d) Formación de terraplén y tendido de carpeta asfáltica.</p> <p>3) Para los trabajos de mejoramiento del camino (Km 3+040 y del Km 7+211 al 12+000) no se requiere de la liberación de DV, tampoco se ejecutaran actividades de desmonte, sin embargo los trabajos requerirán:</p> <p>a) La limpieza del eje actual (a través de las actividades de despalme), en el punto 4 se detallan los trabajos.</p> <p>b) Compactación y nivelación del eje actual.</p> <p>c) Instalación de 15 obras de drenaje que se ubicaran en el Km 3+325, en el Km 3+570, en</p>

Lineamiento	Vinculación con el proyecto
	<p>el Km 3+825, en el Km 4+075, en el Km 4+325, en el Km 4+575, en el Km 4+825, en el Km 5+075, en el Km 5+325, en el Km 5+575, en el Km 5+825, en el Km 6+075, en el Km 6+325, en el Km 6+575, en el Km 6+995; mismas que funcionaran como pasos de fauna.</p> <p>d) Pavimentación de 4.17 Km, esto con la finalidad de que los trabajos de mejoramiento perduren y los costos de mantenimiento no se eleven.</p> <p>e) Instalación de señalamientos alusivos a la presencia de fauna silvestre.</p> <p>Las actividades comunes que se ejecutaran para los trabajos de modernización y mejoramiento de la terracería actual se describen en el siguiente punto:</p> <p>4) Las actividades de despalme se realizaran a lo largo de los 12.00 Km, y dichas actividades corresponden a:</p> <p>a) Se limpiara el DV después de haber sido realizado el desmonte, en las zonas de ampliación del eje actual que corresponden a los Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al 12+000), así mismo en lo que corresponde a la sección del Km 3+040 al Km 7+211 sera necesaria la limpieza del camino actual, debido a que la vegetación secundaria presente en las inmediaciones del camino se ha establecido reduciendo el ancho de la terracería. Derivado de lo anterior se cuantifico la afectación de 8 especies de porte arbustivo, mismo que pertenecen a 6 familias. Por otro lado en lo que respecta a especies del estrato herbáceo y epifitas tenemos que se afectaran un total de 13 especies pertenecientes a 11 Familias (<i>Pteridium aquilinum</i>, <i>Cladium jamaicense</i>, <i>Viguiera dentata</i>, <i>Mimosa púdica</i>, <i>Hamelia patens</i>, <i>Zexmenia frutescens</i>, <i>Tillandsia elongata</i>, <i>Arrabidaea floribunda</i>, <i>Cnidocolus souzae</i>, <i>Strophocactus testudo</i>, <i>Croton flaves</i>, <i>Opuntia sp.</i> y <i>Zamia loddigesii</i>) donde <i>Pteridium aquilinum</i> sera la especie de este estrato más afectada ya que se registró en el 37.15% de la superficie sujeta a despalme, seguida de <i>Cladium jamaicense</i> con el 23.95%, <i>Viguiera dentata</i> con el 15.41% y <i>Mimosa púdica</i> con el 13.71%, el resto de las</p>

Lineamiento	Vinculación con el proyecto
	<p>especies presentan una cobertura menor del 3.00% de la superficie sujeta a despalmarse.</p> <p>b) Posterior al retiro de la vegetación herbácea y arbustiva en la sección que se proyecta la modernización del eje actual (ampliaciones y rectificaciones del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al 12+000) se producirá un volumen total de 2,975.4 m3 de materiales tipo A y tipo. En la sección que corresponde al mejoramiento del camino (del Km 3+040 al Km 7+211) se producirá un volumen de 1,459.50 m3 de material. El material producido durante las actividades de despalme sera utilizado en la conformación de los terraplenes de la sección de modernización (ampliaciones y rectificaciones del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al 12+000), en caso de que exista un sobrante, el material sera dirigido a los sitios donde se proyecte las actividades restauración ambiental.</p> <p>5) Los trabajos de mantenimiento del proyecto estarán a cargo de la promovente y estos incluyen actividades de limpieza, desazolve de obras de drenaje, señalamiento y seguimiento de las Medidas de Mitigación (MM) propuestas en el presente Capitulo.</p> <p>El proyecto no se refiere a ningún proceso de producción ni aprovechamiento de recursos naturales (no aplicabilidad del inciso II). Sin embargo, las acciones que el proyecto implica representan un incremento en el nivel de impacto debido al incremento en la velocidad de tránsito y a la ampliación del camino actual, lo que podría significar un incremento en el riesgo por atropello de la fauna silvestre, consecuentemente el promovente presenta esta Manifestación de Impacto Ambiental con la finalidad de obtener la autorización en esta materia.</p>

Lineamiento	Vinculación con el proyecto
<p>ARTÍCULO 9.- Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una Manifestación de Impacto Ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización. La Información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto.</p>	<p>En cumplimiento de la disposición, el promovente presenta esta Manifestación de Impacto Ambiental.</p>
<p>ARTÍCULO 11.- Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:</p> <p>IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.</p>	<p>La ampliación de este camino generará impactos acumulativos, sinérgicos y residuales; la modalidad de este estudio, es por tanto, regional.</p>
<p>ARTÍCULO 13.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información:</p> <p>I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;</p> <p>II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo; III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables;</p> <p>IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región;</p> <p>V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;</p> <p>VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y</p> <p>VIII. Identificación de los instrumentos</p>	<p>En este estudio se desarrollan los ocho rubros señalados. La información se presenta en capítulos, dando cumplimiento a lo estipulado en los incisos I al VIII del artículo 13.</p>

Lineamiento	Vinculación con el proyecto
metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.	

Ley Federal de Responsabilidad Ambiental⁹

La Ley Federal de Responsabilidad Ambiental fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 de junio de 2013; su objetivo se basa en regular la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos en el artículo 17 constitucional. El régimen de responsabilidad ambiental reconoce que el daño ocasionado al ambiente es independiente del daño patrimonial sufrido por los propietarios de los elementos y recursos naturales. Reconoce que el desarrollo nacional sustentable debe considerar los valores económicos, sociales y ambientales. Bajo este contexto, el promovente está obligado a dar cumplimiento a lo establecido en esta Ley, y en caso de ocasionar algún daño ambiental estará obligado a repararlo conforme lo dictamine la Ley.

Tabla III.15. Vinculación del proyecto con la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA).

Lineamiento	Vinculación con el proyecto
<p>ARTÍCULO 1o.- La presente Ley regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental.</p> <p>Los preceptos de este ordenamiento son de orden público e interés social y tienen por objeto la protección, la preservación y restauración del ambiente y el equilibrio ecológico, para garantizar el derecho a un medio ambiente adecuado para el desarrollo, salud y bienestar de la persona humana.</p> <p>El régimen de responsabilidad ambiental reconoce que el daño ocasionado al ambiente es independiente del daño patrimonial sufrido por los propietarios de los elementos y recursos naturales. Reconoce que el desarrollo nacional sustentable</p>	<p>La SCT en su calidad de promovente será el responsable inmediato si se ocasionase daño ambiental por la ejecución del proyecto sin contar con previa autorización en materia de impacto ambiental y aun cuando la tuviere, el ejecutar la obra sin cumplir con los términos y condicionantes indicados en el oficio resolutivo en materia de impacto ambiental, emitido por la SEMARNAT; más se toman las medidas preventivas, de mitigación y compensación necesarias para no ocasionar daños al medio ambiente.</p>

⁹ <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFRA.pdf>

Lineamiento	Vinculación con el proyecto
<p>debe considerar los valores económicos, sociales y ambientales.</p> <p>El proceso judicial previsto en el presente Título se dirigirá a determinar la responsabilidad ambiental, sin menoscabo de los procesos para determinar otras formas de responsabilidad que procedan en términos patrimoniales, administrativos o penales.</p>	
<p>ARTÍCULO 5o.- Obra dolosamente quien, conociendo la naturaleza dañosa de su acto u omisión, o previendo como posible un resultado dañoso de su conducta, quiere o acepta realizar dicho acto u omisión.</p>	<p>La SCT en su calidad de promovente elabora y presenta esta MIA-R con el objetivo principal de evaluar el sitio del proyecto en materia ambiental y minimizar los efectos ambientales que pudiera ocasionar el desarrollo del proyecto, por lo que no obra de forma dolosa.</p>
<p>ARTÍCULO 6o.- No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de:</p> <p>I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que,</p> <p>II. No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas.</p>	<p>La SCT en su calidad de promovente, elabora y presenta esta MIA-R, con el objetivo de identificar y evaluar los impactos ambientales que se puedan causar por la ejecución del proyecto y con ello implementar las medidas preventivas, de mitigación y/o compensación para no afectar el medio ambiente en demasía y el proyecto sea ejecutado en cumplimiento de las disposiciones de leyes ambientales y Normas Oficiales Mexicanas que aplican, mismas que son vinculadas en este Capítulo. De esta forma, al obtener el resolutive respectivo se cumple con las fracciones I y II de este Artículo.</p>
<p>ARTÍCULO 10.- Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley.</p> <p>De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.</p>	<p>La SCT como promovente de este proyecto, está obligado a dar cumplimiento a lo establecido en esta Ley, y en caso de ocasionar algún daño ambiental estará obligado a repararlo conforme lo dictamine la Ley.</p>
<p>ARTÍCULO 11.- La responsabilidad por daños ocasionados al ambiente será subjetiva, y nacerá de actos u omisiones ilícitos con las excepciones y supuestos previstos en este Título. En adición al</p>	<p>La SCT como promovente de este proyecto es responsable directo del desarrollo del proyecto y está obligado a dar cumplimiento a lo establecido en</p>

Lineamiento	Vinculación con el proyecto
<p>cumplimiento de las obligaciones previstas en el artículo anterior, cuando el daño sea ocasionado por un acto u omisión ilícitos dolosos, la persona responsable estará obligada a pagar una sanción económica.</p> <p>Para los efectos de esta Ley, se entenderá que obra ilícitamente el que realiza una conducta activa u omisiva en contravención a las disposiciones legales, reglamentarias, a las normas oficiales mexicanas, o a las autorizaciones, licencias, permisos o concesiones expedidas por la Secretaría u otras autoridades.</p>	<p>esta Ley; no obstante, e en caso de causar un daño al ambiente, el promovente al presentar esta MIA-R para su evaluación y autorización no está obrando ilícitamente ya que tiene previsto obtener las autorizaciones y licencias ambientales correspondientes, previamente a cualquier actividad.</p>
<p>ARTÍCULO 12.- Será objetiva la responsabilidad ambiental, cuando los daños ocasionados al ambiente devengan directa o indirectamente de:</p> <p>I. Cualquier acción u omisión relacionada con materiales o residuos peligrosos;</p> <p>II. El uso u operación de embarcaciones en arrecifes de coral;</p> <p>III. La realización de las actividades consideradas como Altamente Riesgosas, y</p> <p>IV. Aquellos supuestos y conductas previstos por el artículo 1913 del Código Civil Federal.</p>	<p>La SCT como promovente de este proyecto es el responsable directo de su desarrollo, por lo que tomará las medidas correspondientes que se plasman en esta MIA-R para el manejo adecuado con los materiales y residuos considerados como peligrosos que se utilicen o generen durante el desarrollo del trazo.</p>

Ley General de Vida Silvestre¹⁰.

Esta ley fue publicada en el Diario Oficial de la Federación del 3 de julio de 2000 y tiene como objetivo la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

Tabla III.16. Vinculación del proyecto con la ley General de Vida Silvestre.

Lineamiento	Vinculación con el proyecto
<p>ARTÍCULO 1.- Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y de las especies cuyo medio de vida total sea el</p>	<p>El presente proyecto no pretende realizar el aprovechamiento de ninguna especie ni recurso forestal. Sin embargo, durante la etapa de preparación del sitio y construcción se generarán impactos sobre especies silvestres terrestres, por lo cual el proyecto queda obligado al cumplimiento de las disposiciones de</p>

¹⁰ Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de Julio del 2000. Reformada el 10 de enero de 2002. Última Reforma del 1 de febrero de 2007.

Lineamiento	Vinculación con el proyecto
<p>agua, quedará excluido de la aplicación de esta Ley y continuará sujeto a las leyes forestal y de pesca, respectivamente, salvo que se trate especies o poblaciones en riesgo.</p>	<p>la LGVS.</p>
<p>ARTÍCULO 2.- En todo lo no previsto por la presente Ley, se aplicarán las disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y de otras leyes relacionadas con las materias que regula este ordenamiento.</p>	<p>El presente proyecto buscará respetar y cumplir cada uno de los ordenamientos que marcan las leyes vigentes. Esta Manifestación hace la vinculación respectiva con la LGEEPA.</p>
<p>ARTÍCULO 18.- Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento.</p> <p>Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.</p>	<p>Este artículo permite el aprovechamiento entendiéndose como tal “<i>la utilización de ejemplares, partes o derivados de especies silvestres, mediante colecta, captura o caza</i>” a los poseedores de los predios. En este caso, una vez que se proceda a la liberación de los terrenos para el derecho de vía, el propietario será la SCT. De esta forma, el promovente se compromete a efectuar el ahuyentamiento y reubicación de ejemplares de fauna silvestre con el fin de evitar que sufran daños y demás medidas de mitigación con la finalidad de evitar en cuanto sea posible los efectos negativos al medio ambiente, como se describe en el Capítulo VI.</p>
<p>ARTÍCULO 19.- Las autoridades que, en el ejercicio de sus atribuciones, deban intervenir en las actividades relacionadas con la utilización del suelo, agua y demás recursos naturales con fines agrícolas, ganaderos, piscícolas, forestales y otros, observarán las disposiciones de esta Ley y las que de ella se deriven, y adoptarán las medidas que sean necesarias para que dichas actividades se lleven a cabo de modo que se eviten, prevengan, reparen, compensen o minimicen los efectos negativos de las mismas sobre la vida silvestre y su hábitat.</p>	<p>En cumplimiento a lo asentado por este artículo, se tiene prevista la implementación de medidas de mitigación, prevención y compensación. De esta forma, y tal y como se proponen en el Capítulo VI de este estudio, se ejecutarán las medidas descritas tendientes a minimizar, compensar o evitar en la medida de lo posible los efectos negativos sobre la vida silvestre y su hábitat en el SAR por la construcción del proyecto.</p>
<p>Capítulo VI Artículos 29 al 31 señalan que la captura y el manejo de la fauna silvestre debe ser digno y respetuoso que les cause el menor estrés posible.</p>	<p>A este respecto, en el capítulo VI de este documento se describen las Medidas de Mitigación, y de acuerdo a los lineamientos de trabajo, quedará prohibido que los trabajadores de la obra molesten o capturen a la fauna</p>

Lineamiento	Vinculación con el proyecto
	que pudiera presentarse en el sitio del proyecto. Por otro lado, y como se señala en las medidas de mitigación en el Capítulo VI de este estudio, se plantea también la ejecución de un Programa de Ahuyentamiento y reubicación de fauna, con lo que se garantiza que el efecto sobre la fauna silvestre será el mínimo posible.
<p>Art. 60 Ter Queda prohibida la remoción, relleno, trasplante, 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. 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>	Dentro de las actividades necesarias para la construcción del proyecto en comento, no se considera la remoción, relleno, trasplante, poda o cualquier obra o actividad que afecte la integridad del flujo hidrológico de manglar, en el sitio, aunque si bien se presentan aguadas y lagunas <u>no hay presencia del manglar.</u>

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

La Ley General de Desarrollo Forestal publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de febrero de 2003; tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios.

Tabla III.17. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Lineamiento	Vinculación con el proyecto
<p>ARTÍCULO 3.- II. Regular la protección, conservación y restauración de los ecosistemas y recursos forestales, así como la ordenación y el manejo forestal;</p>	De acuerdo a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable la Vegetación forestal es: “conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, matorrales, selvas, zonas áridas y semiáridas y otros ecosistemas dando lugar al desarrollo y

Lineamiento	Vinculación con el proyecto
	convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales". En este sentido el proyecto prevé la afectación de vegetación forestal en 2.96 Ha (0.56 Ha de SBC inundable conservada, 0.28 Ha SBC inundable perturbada, de 0.21 Ha de SMSP conservada y 0.735 Ha de SMSP perturbada).
<p>ARTÍCULO 117. La Secretaria solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales previa opinión técnica de los miembros de 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>El promovente se compromete en realizar y presentar para su dictaminación por las autoridades correspondientes el ETJ. Y una vez autorizada la MIA, se solicitará opinión técnica a los miembros del consejo estatal forestal en el estado de Quintana Roo con el fin de que se autorice el cambio de uso de suelo de 2.96 Ha con uso forestal, según definición de este Ley.</p>

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

El Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de febrero de 2005; tiene por objeto reglamentar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el ámbito de competencia federal, en materia de instrumentos de política forestal, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales del país y de sus recursos, así como su conservación, protección y restauración.

Tabla III.18. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Lineamiento	Vinculación con el proyecto
<p>ARTÍCULO 120. Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría, el cual contendrá lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> I. Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante; II. Lugar y fecha; III. Datos y ubicación del predio o conjunto de predios, y IV. Superficie forestal solicitada para el 	<p>El Estudio Técnico Justificativo que se presente una vez autorizada la MIA-R desarrollará los puntos señalados en este reglamento.</p>

Lineamiento	Vinculación con el proyecto
<p>cambio de uso de 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 inscrito 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 del 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 del uso del suelo en el terreno respectivo, así como copia simple para su cotejo.</p>	

Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal

La presente Ley tiene por objeto regular la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes a que se refieren las fracciones I y V del Artículo siguiente, los cuales constituyen vías generales de comunicación; así como los servicios de autotransporte federal que en ellos operan, sus servicios auxiliares y el tránsito en dichas vías.

Tabla III.19. Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal.

Lineamiento	Vinculación con el proyecto
<p>ARTÍCULO 1.- La presente Ley tiene por objeto regular la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes a que se refieren las fracciones I y V del Artículo siguiente, que constituyen vías generales de comunicación ; así como los servicios de autotransporte federal que en ellos operan, sus servicios auxiliares y el tránsito en dichas vías.</p>	<p>El proyecto corresponde a la modernización de un camino de terracería, la cual es considera una vía general de comunicación dado a que su construcción será financiada por recursos federales.</p>

Lineamiento	Vinculación con el proyecto
<p>ARTÍCULO 2.- Para los efectos de esta Ley, se entenderá por:</p> <p>I. Caminos o carreteras:</p> <p>a) Los que entronquen con algún camino de país extranjero.</p> <p>b) Los que comuniquen a dos o más estados de la Federación; y</p> <p>c) Los que en su totalidad o en su mayor parte sean construidos por la Federación; con fondos federales o mediante concesión federal por particulares, estados o municipios.</p>	<p>El proyecto corresponde a un camino federal por tratarse de un proyecto que será construido por la federación, consecuentemente deberá apegarse a las disposiciones que marca dicha Ley.</p>
<p>ARTÍCULO 5.- Es de jurisdicción federal todo lo relacionado con los caminos, puentes, así como el tránsito y los servicios de autotransporte federal que en ellos operan y sus servicios auxiliares. Corresponde a la Secretaría, sin perjuicio de las otorgadas a otras dependencias de la Administración Pública Federal las siguientes atribuciones:</p> <p>Planear, formular y conducir las políticas y programas para el desarrollo de los caminos, puentes, servicios de autotransporte federal y sus servicios auxiliares;</p> <p>Construir y conservar directamente caminos y puentes;</p> <p>Otorgar las concesiones y permisos a que se refiere esta Ley; vigilar su cumplimiento y resolver sobre su revocación o terminación en su caso;</p> <p>Vigilar, verificar e inspeccionar que los caminos y puentes, así como los servicios de autotransporte y sus servicios auxiliares, cumplan con los aspectos técnicos y normativos correspondientes.</p>	<p>La Secretaría de Comunicaciones y Transportes realizará la planificación de esta obra y llevará a cabo la inspección durante su construcción.</p>
<p>ARTÍCULO 22.- Es de utilidad pública la construcción, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes. La Secretaría por sí, o a petición de los interesados, efectuará la compraventa o promoverá la expropiación de los terrenos construcciones y bancos de material necesarios para tal fin. La compraventa o expropiación se llevará a cabo conforme a la legislación aplicable.</p> <p>En el caso de compra-venta, ésta podrá llevarse a cabo a través de los interesados, por cuenta de la Secretaría.</p> <p>Los terrenos y aguas nacionales así como los materiales existentes en ellos, podrán ser utilizados para la construcción, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes conforme a las disposiciones legales.</p>	<p>La Secretaría de Comunicaciones y Transportes desarrollará el proceso de liberación del derecho de vía para el proyecto.</p>

Ley General de Bienes Nacionales

Se vincula la Ley General de Bienes Nacionales (Última Reforma publicada en el DOF el 16 de enero de 2012), cuyos objetivos son entre otros señalar los bienes que constituyen el patrimonio de la Nación; el régimen de dominio público de los bienes de la Federación y de los inmuebles de los organismos descentralizados de carácter federal y distribución de competencias entre las dependencias administradoras de inmuebles.

Tabla III.20. Ley General de Bienes Nacionales.

Lineamiento	Vinculación con el proyecto
ARTICULO 7.- inciso XI. Se define a los puentes, carreteras y caminos como bienes de uso común.	La infraestructura carretera contemplada en este proyecto será de uso común.
ARTÍCULO 8.- Se define quienes tienen derecho a usar los bienes comunes y sobre los usos permitidos.	En la etapa de operación, la SCT se encargará de verificar que uso y los usuarios de la vía correspondan a lo establecido.
ARTÍCULO 54.- Cuando se trate de adquisiciones por expropiación de inmuebles, corresponderá a la autoridad del ramo respectivo determinar la utilidad pública y a la Secretaría determinar el procedimiento encaminado a la ocupación administrativa del bien y fijar el monto de la indemnización, salvo lo dispuesto por la Ley Agraria. El decreto expropiatorio será refrendado por los titulares de las secretarías que hayan determinado la causa de utilidad pública, de la Secretaría y, en caso de que la indemnización se cubra con cargo al Presupuesto de Egresos de la Federación, de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público. En este caso, no será necesaria la expedición de una escritura pública.	La operación de compraventa o expropiación de los terrenos necesarios se realizará para el procedimiento de liberación del derecho de vía de una manera conforme el artículo y mediante acuerdo con los actuales propietarios.

Ley Agraria

La Ley Agraria fue decretada el 26 de febrero de 1992, la cual tiene como fin regular, y al mismo tiempo promover el desarrollo integral y equitativo del sector rural mediante el fomento de las actividades productivas y de las acciones sociales para elevar el bienestar de la población y su participación en la vida nacional.

Tabla III.21. Ley Agraria.

Lineamiento	Vinculación con el proyecto
ARTÍCULO 93.- Los bienes ejidales y	La SCT desarrollará el proceso de

Lineamiento	Vinculación con el proyecto
<p>comunales podrán ser expropiados por alguna o algunas de las siguientes causas de utilidad pública: VII. La construcción de puentes, carreteras..., y demás obras que faciliten el transporte, así como aquellas sujetas a la Ley de Vías Generales de Comunicación;</p>	<p>liberación del derecho de vía para el proyecto.</p>
<p>ARTÍCULO 94.- La expropiación deberá tramitarse ante la Secretaría de la Reforma Agraria. Deberá hacerse por decreto presidencial que determine la causa de utilidad pública y los bienes por expropiar y mediante indemnización. El monto de la indemnización será determinado por la Comisión de Avalúos de Bienes Nacionales, atendiendo al valor comercial de los bienes expropiados; en el caso de la fracción V del Artículo anterior, para la fijación del monto se atenderá a la cantidad que se cobrará por la regularización. El decreto deberá publicarse en el Diario Oficial de la Federación y se notificará la expropiación al núcleo de población. En los casos en que la Administración Pública Federal sea promovente, lo hará por conducto de la dependencia o entidad paraestatal que corresponda, según las funciones señaladas por la ley. Los predios objeto de la expropiación sólo podrán ser ocupados mediante el pago o depósito del importe de la indemnización, que se hará de preferencia en el fideicomiso Fondo Nacional de Fomento Ejidal o, en su defecto, mediante garantía suficiente.</p>	<p>El promovente realizará las gestiones procedentes en cumplimiento de este artículo, en caso de que fuera necesario recurrir a la expropiación. En ese caso, la indemnización deberá proceder de acuerdo con el avalúo practicado y depositado presentando la garantía suficiente.</p>
<p>ARTÍCULO 96.- La indemnización se pagará a los ejidatarios atendiendo a sus derechos. Si dicha expropiación sólo afecta parcelas asignadas a determinados ejidatarios, éstos recibirán la indemnización en la proporción que les corresponda. Si existiere duda sobre las proporciones de cada ejidatario, la Procuraduría Agraria intentará la conciliación de intereses y si ello no fuera posible, se acudirá ante el tribunal agrario competente para que éste resuelva en definitiva.</p>	<p>La Secretaría de Comunicaciones y Transportes supervisará el cumplimiento de los procedimientos para la indemnización en su caso.</p>

Ley de Expropiación

La Ley de Expropiación tiene por objeto establecer las causas de utilidad pública y regular los procedimientos, modalidades y ejecución de las expropiaciones.

Tabla III.22. Ley de Expropiación.

Lineamiento	Vinculación con el proyecto
<p>ARTÍCULO 10.- Indica que el precio que se fijará como indemnización por el bien expropiado será equivalente al valor comercial que se fije sin que pueda ser inferior, en el caso de bienes inmuebles, al valor fiscal que se figure en las oficinas catastrales o recaudadoras.</p>	<p>Las negociaciones para la liberación del derecho de vía deberán tratarse con la moderación del caso, y mediante acuerdo con los propietarios de la tierra.</p>

Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas

La Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas, fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de mayo de 1972, y reformada por última vez el 28 de enero de 2015; esta ley determina que los templos y sus anexidades construidos en los siglos XVI al XIX, son considerados monumentos históricos, regulando además lo relativo a los procedimientos de protección, conservación y restauración de los mismos.

Tabla III.23. Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas.

Lineamiento	Vinculación con el proyecto
<p>ARTICULO 6o.- Los propietarios de bienes inmuebles declarados monumentos históricos o artísticos, deberán conservarlos y, en su caso, restaurarlos en los términos del artículo siguiente, previa autorización del Instituto correspondiente. Los propietarios de bienes inmuebles colindantes a un monumento, que pretendan realizar obras de excavación, cimentación, demolición o construcción, que puedan afectar las características de los monumentos históricos o artísticos, deberán obtener el permiso del Instituto correspondiente, que se expedirá una vez satisfechos los requisitos que se exijan en el Reglamento.</p>	<p>El trazo del proyecto no cruza por ninguna zona arqueológica, la más cercana es la de Chacchoben, ubicada en dirección Sureste a aproximadamente 65 Km del inicio del trazo.</p>

Ley de Aguas Nacionales

La Ley de Aguas Nacionales fue reformada en 2012, y es reglamentaria al Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden

público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr sus desarrollo integral sustentable.

Tabla III.24. Ley de Aguas Nacionales.

Lineamiento	Vinculación con el proyecto
<p>ARTÍCULO 113.- La administración de los siguientes bienes nacionales queda a cargo de la "Comisión":</p> <ol style="list-style-type: none"> I. Las playas y zonas federales, en la parte correspondiente a los cauces de corrientes en los términos de la presente Ley; II. Los terrenos ocupados por los vasos de lagos, lagunas, esteros o depósitos naturales cuyas aguas sean propiedad nacional; III. Los cauces de las corrientes de aguas nacionales; Las riberas o zonas federales contiguas a los cauces de las corrientes y a los vasos o depósitos de propiedad nacional, en los términos previstos por el Artículo 3 de esta Ley. 	<p>En cumplimiento a lo dispuesto en esta Ley, el promovente está obligado a solicitar ante la CONAGUA las autorizaciones correspondientes, relativos a la administración de las aguas nacionales, así como los permisos necesarios para la modernización del trazo.</p>

En lo referente a la protección del ambiente, en su artículo 5° la Ley faculta a la SEMARNAT para que elabore Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y vigile su cumplimiento en los términos de la misma Ley; según la Sección IX de la Ley, corresponde a la SEMARNAT, con auxilio de la Secretaría de Salud, la Secretaría de Agricultura y Ganadería, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y las demás autoridades competentes. Todo tipo de contaminantes que se depositen o se infiltren en el suelo o subsuelo, deberá contar con previo tratamiento a efecto de ruinar las condiciones necesarias para evitar:

- La contaminación del suelo.
- Alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos.
- Alteraciones en el aprovechamiento, uso o explotación del suelo.
- Contaminación de cuerpos de agua.

En el Capítulo VI, las medidas de mitigación establecen la serie de acciones específicas que el promovente se obliga a implementar con el propósito de evitar los impactos ambientales, la contaminación del suelo y aguas, y alteraciones nocivas o indeseadas en los procesos ecológicos en el SAR.

III.5. Normas Oficiales Mexicanas

En este sentido, existen diversas Normas que están relacionadas con la construcción y operación del proyecto, o con la protección de los ecosistemas de la región en que se ubica. A continuación, se presenta el análisis de cumplimiento con las Normas vigentes en materia de contaminación atmosférica, ruido, especies bajo protección y caracterización de residuos peligrosos.

Contaminación del agua

Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en aguas y bienes nacionales.

4.1 La concentración de contaminantes básicos, metales pesados y cianuros para las descargas de aguas residuales a aguas y bienes nacionales, no debe exceder el valor indicado como límite máximo permisible en las Tablas 2 y 3 de la NOM. El rango permisible del potencial hidrógeno (pH) es de 5 a 10 unidades.

El proyecto evitará las descargas sanitarias mediante el uso de sanitarios portátiles secos, para ello se contratará a una empresa que rente este tipo de sanitarios para colocarlos en el frente de obra, y se moverán conforme el frente avance. Estos contarán con el mantenimiento adecuado serán vaciados por la empresa que los rente.

Contaminación del aire

Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-1999. Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

La Norma es obligatoria para los responsables de vehículos automotores que utilicen gasolina como combustible con excepción de, entre otros, maquinaria dedicada a la industria de la construcción (sección 1 de la Norma en referencia).

Como el proyecto se trata precisamente de la construcción de un camino, los vehículos dedicados a la construcción quedan exentos, por lo que esta norma no es de observancia obligatoria.

Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-1996. Establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible.

La Norma es obligatoria para los responsables de vehículos automotores que utilicen diesel como combustible con excepción de, entre otros, maquinaria dedicada a la industria de la construcción (sección 1 de la Norma en referencia).

Como el proyecto se trata precisamente de la construcción de un camino, los vehículos dedicados a la construcción quedan exentos, por lo que esta norma no es de observancia obligatoria.

Norma Oficial Mexicana NOM-050-SEMARNAT-1993. Establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.

La Norma es obligatoria para vehículos automotores en circulación, pero no aplica a maquinaria de uso en la construcción. Se deberá verificar el cumplimiento de la Tabla 2, en la que se indican los niveles máximos permisibles de emisión de gases por el escape de los vehículos de usos múltiples o utilitarios en circulación, en función del año-modelo.

Como el proyecto se trata precisamente de la modernización de un camino, los vehículos dedicados a la construcción que se utilicen para esta obra, quedan exentos, por lo que esta norma no es de observancia obligatoria, sin embargo se precisará que el parque vehicular cuente con las verificaciones correspondientes.

Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993. Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

Esta NOM es de observancia obligatoria en lo conducente para los responsables de identificar la peligrosidad de un residuo. Se considerara residuo peligroso aquellos que concuerden con una o varias de las características contenidas en el numeral 5.4 de esta norma tales como corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad ambiental, inflamabilidad, o ser biológico-infeccioso. Los límites máximos permisibles para fracciones de hidrocarburos en suelo son de 3,000 mg/kg (base seca) para suelo forestal y de conservación.

El promovente será responsable de vigilar que el contratista que ejecute la obra, establezca los procedimientos necesarios para dar cumplimiento a esta Norma y los reglamentos correspondientes para el manejo de residuos peligrosos, semanalmente se entregará todos los residuos como latas vacías con algún contenido de pinturas, solventes, aceites usados o lubricantes, estopa impregnada de grasas o pilas a una empresa que cuente con los permisos correspondientes, para su correcto manejo. En el caso de algún derrame accidental de hidrocarburo, aceite o alguna otra sustancia considerada peligrosa por la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 al suelo, será el contratista, bajo la supervisión del promovente, el responsable de su manejo y la actuación deberá ser de inmediato.

Contaminación por ruido

Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994. Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición (D.O.F. 13 de enero de 1995).

La presente NOM se aplica a vehículos automotores de acuerdo a su peso bruto vehicular, y motocicletas y triciclos motorizados que circulan por las vías de comunicación

terrestre, exceptuando los tractores, para uso agrícola, trascabos, aplanadoras y maquinaria pesada para la construcción y los que transitan por rieles.

En el numeral 2, de alcances de la NOM, se exceptúa al equipo destinado a las actividades de construcción, por lo cual no aplican los límites a este equipo; sin embargo, se buscará atenuar estos impactos mediante un mantenimiento adecuado al equipo, y en la medida de lo posible, se evitará la emisión de ruidos fuertes mayores a 98 dB(A), sobre todo después de las 6:00 pm y antes de las 8:00 am.

Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994. Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

5.3 Para obtener el nivel sonoro de una fuente fija se debe aplicar el procedimiento de actividades siguiente: Un reconocimiento inicial; Una medición de campo; Un procesamiento de datos de medición y la; Elaboración de un informe de medición.

5.4 Los límites máximos permisibles del nivel sonoro en ponderación "A" emitido por fuentes fijas...

Los niveles de ruido esperados están en el rango de cumplimiento para la NOM-081-SEMARNAT-1994, y en caso de exceder los valores permisibles se indicarán las adecuaciones que emplee para corregir dichas excedencias.

Norma Oficial Mexicana NOM-085-SEMARNAT-1994. La contaminación atmosférica-fuentes fijas.-para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxidos de azufre y óxidos de nitrógeno.

5.1 Los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, óxidos de nitrógeno y bióxido de azufre de los equipos de combustión de las fuentes fijas a que se refiere esta Norma Oficial Mexicana, son los establecidos en las tablas 4 y 5.

6.1.1.1. Llevar una bitácora de operación y mantenimiento de los equipos de combustión, medición y análisis de las emisiones y de los certificados de calidad del combustible empleado.

No se colocará este tipo de maquinaria como apoyo a la obra ya que tanto los triturados como el asfalto se comprarán en bancos ya establecidos con operación comercial, que deberán tener documentada el cumplimiento de esta norma.

Contaminación del suelo

Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT//SS-2003. Su objetivo es establecer los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación. Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia

obligatoria en todo el territorio nacional para quienes resulten responsables de la contaminación con hidrocarburos en suelos.

Los límites máximos permisibles para fracciones de hidrocarburos en suelo agrícola que incluye forestal, recreativo y de conservación es de 3,000 (mg/kg base seca). En caso de derrames o fugas, la caracterización se debe realizar después de haber tomado las medidas de urgente aplicación. La caracterización del sitio debe contener como mínimo los siguientes elementos: Descripción del sitio y de la afectación; Estrategia de muestreo; Plan de muestreo; Informe.

Esta norma será de observancia obligatoria. Las mezclas asfálticas necesarias para la construcción serán compradas a un proveedor autorizado de la región, quien tendrá que presentar ante el promovente los permisos vigentes y será responsable del suministro y transporte del producto. El promovente verificará que los transportes utilizados no tengan fuga y en caso de derrame accidental fuera de la línea de ceros, durante la colocación de la liga asfáltica se procederá de acuerdo a la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003.

Recursos naturales

Norma Oficial Mexicana NOM-005-SEMARNAT-1997. Establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de corteza, tallos y plantas completas de vegetación forestal.

1.1. La presente Norma es de observancia general en todo el territorio nacional y tiene por objeto establecer los procedimientos, criterios y especificaciones técnicas y administrativas para realizar el aprovechamiento sostenible, transporte y almacenamiento de corteza, tallos y plantas completas en poblaciones naturales, con excepción de la Candelilla (*Euphorbia* spp.).

No es de observancia obligatoria para esta obra, debido a que no se realizará aprovechamiento forestal.

Norma Oficial Mexicana NOM-007-SEMARNAT-1997. Establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de ramas, hojas o pencas, flores, frutos y semillas.

1.1. La presente Norma es de observancia general en todo el territorio nacional y tiene por objeto establecer los procedimientos, criterios y especificaciones técnicas y administrativas para realizar el aprovechamiento sostenible, transporte y almacenamiento de ramas, hojas o pencas, flores, frutos y semillas.

7.1. Esta Norma es de observancia obligatoria para quienes se dediquen al aprovechamiento, transporte y almacenamiento de ramas, hojas o pencas, flores, frutos y semillas, en poblaciones naturales.

En el presente proyecto no se realizará el aprovechamiento, ni comercialización de plantas completas o sus partes.

Norma Oficial Mexicana NOM-025-SEMARNAT-1995. Que establece las características que deben tener los medios de marqueo de la madera en rollo, así como los lineamientos para su uso y control.

1.1. La presente Norma establece las características que deben tener los medios de marqueo para la madera en rollo, así como los lineamientos para su uso y control y es aplicable a los responsables del aprovechamiento de productos forestales maderables.

En el presente proyecto no se realizará el aprovechamiento ni comercialización de madera en rollo.

Especies protegidas

Norma Oficial Mexicana 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. La norma establece el listado de especies en alguna categoría de protección y los procedimientos para modificar el listado. En el Anexo normativo II, se presentan los listados de especies en riesgo.

Como parte de las medidas de prevención del proyecto, se plantean lineamientos que deberán respetar los trabajadores de la obra, con lo cual queda estrictamente prohibido molestar o capturar a la fauna silvestre que pudiera incursionar en el área del proyecto.

III.6. Análisis integral de la viabilidad del proyecto

El proyecto denominado “**MODERNIZACIÓN DEL CAMINO MONTE OLIVO – VENUSTIANO CARRANZA, TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 12+000, CON UNA META DE 12.0 KM, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO**”, pretende la modernización a través de actividades de ampliación y rectificación de 7.83 Km comprendidos del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000 y el mejoramiento de 4.17 Km del Km 3+040 al Km 7+211 mediante la limpieza del camino actual y el tendido de la carpeta, así como la instalación de obras de drenaje que permitan el correcto funcionamiento del camino actual; el proyecto tiene como objetivo principal la optimización de tiempo de recorrido de las personas que circulan por dicha vía, la principal función del proyecto es abatir los gastos innecesarios y poco redituables de mantenimiento; su desarrollo contribuirá a ofrecer una comunicación eficiente con demás localidades, ofreciendo una mayor seguridad y rapidez, incrementando los índices de calidad del transporte de bienes y servicios y al mismo tiempo coadyuvará en reducir la pobreza y marginación de las localidades que comunica, al crear mejores y mayores oportunidades para el desarrollo humano y en general por promover condiciones de bienestar, pues con su construcción se proporcionan alternativas a la actividad económica y ayudará en el desarrollo económico de la región. De esta manera, la modernización de esta vía ayudará a mejorar las condiciones económicas de las poblaciones cercanas a ella y ofrecerá mayor seguridad, eficiencia y comodidad en el transporte de productos y pasajeros, así mismo será importante apoyo para el desarrollo de las localidades y beneficiará de manera secundaria a las poblaciones más alejadas.

De acuerdo a lo analizado a lo largo de este capítulo se puede concluir, que se trata de un proyecto que da cumplimiento a las metas y estrategias establecidas en los diferentes instrumentos de planeación estratégica tanto de competencia federal, estatal como municipal, no incumple ninguna disposición de los Programas de Ordenamiento Ecológico (POEGT y POEMyRGMMyMC), ni con los Planes de Desarrollo y da cumplimiento a las disposiciones normativas aplicables. Por su parte, aunque se asienta dentro del Área de Protección de Flora y Fauna Bala'an K'aax en la Subzona de Preservación, donde solo se permite el mejoramiento y mantenimiento de caminos ya existentes, siempre que éstos no se amplíen, previa autorización de impacto ambiental que en su caso corresponda y siempre y cuando no se efectuó el Cambio de Uso de Suelo, el proyecto no incumple ninguna de las reglas administrativas del programa, el proyecto da cumplimiento a lo asentado en el Programa de Manejo de la ANP y su Decreto, pues el proyecto propone solo realizar el mejoramiento del camino en la fracción que regula este instrumento (del Km 3+040 al Km 7+211) por lo que no se retirará vegetación de tipo forestal que impliquen un cambio de uso de suelo, ni se ocasionarán impactos ambientales significativos. Tomando lo anterior en consideración, por la ubicación y características del proyecto se infiere que su mejoramiento en esta subzona de preservación no ocasionará ni agravará impactos ambientales significativos que repercutan en su estado de conservación, ni ocasionará mayores repercusiones sobre el medio.

Por lo que, tomando en consideración la ubicación y características del proyecto se considera que su desarrollo no ocasionará ni agravará impactos ambientales significativos, en tanto, se considera legalmente viable.

CAPÍTULO IV

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

IV.1. Delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR)

El proyecto denominado “**MODERNIZACIÓN DEL CAMINO MONTE OLIVO – VENUSTIANO CARRANZA, TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 12+000, CON UNA META DE 12.0 KM, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO**”, se localiza a 85.00 Km al Noroeste de Chetumal; geopolíticamente el proyecto se encuentra entre dos municipios, Bacalar y José María Morelos; su área de influencia social por cercanía, involucra a 14 localidades que se verán beneficiadas con las actividades de modernización debido a que se reducirán los tiempos de traslado de bienes y servicios, además de que se garantiza una mayor seguridad y eficacia en el recorrido total. La delimitación del Sistema Ambiental Regional, se realizó de acuerdo a los factores físicos y biológicos de la región partiendo de manera esencial de los patrones de escurrimiento identificados a través del procesamiento de imágenes de satélite, modelos de elevación digital, así como de los datos vectoriales propuestos por la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO), Instituto Nacional de Estadística y Geografía, del Comité estatal de Información Estadística y Geográfica.

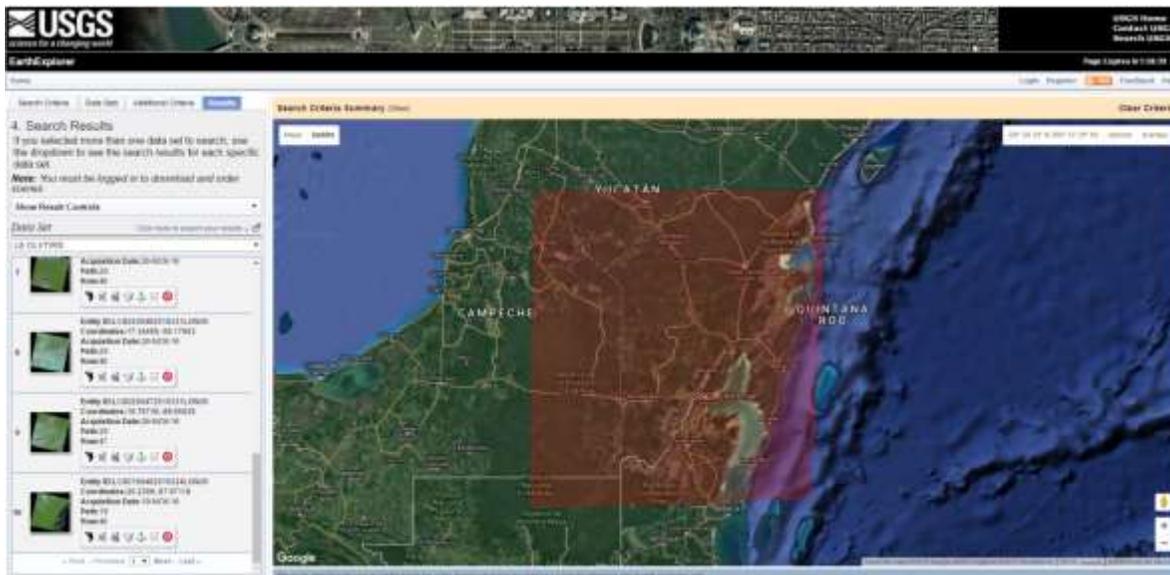


Figura IV.1. Imagen Satelital¹ utilizada para la identificación de los principales escurrimientos de la región; procesada con ArcGis 10.3®, y vectores del Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas del INEGI.

¹ Imagen LandSat L8 OLI/TIRS ID LC80190462016324LGN00 tomada el 19 de Noviembre de 2016.

<https://earthexplorer.usgs.gov/metadata/4923/LC80190462016324LGN00/>

Como primer paso para la delimitación del Sistema Ambiental Regional del proyecto, identificaron las unidades de paisaje que pudieran estar relacionadas con el proyecto, las cuales, de acuerdo al concepto de la ecología del paisaje, integran distintos factores bióticos y abióticos, tales como: la geomorfología, edafología, topografía, ecosistemas, estado de conservación, escurrimientos y actividades antropogénicas, obteniendo así un sistema de áreas ecológicas bien identificadas con características específicas que se relacionan ambientalmente con el proyecto, las cuales en conjunto, definen el SAR. Para ello se utilizaron las siguientes fuentes de información:

1. Subcuencas.
2. Modelo de Microcuencas.
3. Escurrimientos superficiales.
4. Geomorfología
5. Geología
6. Edafología
7. USV

IV.1.1. Proceso de delimitación del Sistema Ambiental Regional

Para la generación del polígono del SAR se realizó la búsqueda de los vectores (en formato shape para ArcView® de las características físicas del terreno donde se ejecutara el proyecto; se procedió a la descarga de imágenes satelitales (de la página de USGS) así como al geoprocésamiento y modelado de los escurrimientos; esto con la finalidad de identificar los principales parteaguas a nivel de Microcuenca. A continuación se describe los procesos para la delimitación del Sistema Ambiental Regional: Inicialmente; se realizó una prospección del sitio del proyecto; esto con la finalidad de identificar los principales factores bióticos y abióticos por donde cruza el proyecto; así como los principales accesos al mismo. Con los datos básicos tomados en el sitio; se procedió a la carga de información al Sistema de Mapsource y GPS Expert; esto con la finalidad de que se proyectara la georeferencia de aquellos sitios que representarían un factor determinante para la delimitación el Sistema Ambiental.



Figura IV.2. Toma de datos del recorrido prospectivo del trazo del proyecto. Izquierda; procesamiento de datos a través del Software GPS Expert ®.

- 2) Ubicado el sitio, se procedió a cargar la base de datos de Cuencas Hidrográficas, Subcuencas y escurrimientos superficiales propuestos en el Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas del INEGI.



Figura IV.3. Red Hidrográfica de la región, propuesto por INEGI a través del portal SIATL el cual proporciona vectores de las cuencas hidrográficas del país.

- 3) De acuerdo a los datos del Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas, el proyecto se ubica dentro de la cuenca denominada “Cuencas Cerradas” (tiene una superficie de 18,281.53 Km²); y particularmente en la Subcuenca Xpechil – Felipe carrillo Puerto - Chunhuhab (con una superficie de 8,605.45 Km²).



Figura IV.4. Se puede observar que el proyecto se ubica en la porción Central de la Subcuenca Xpechil – Felipe Carrillo Puerto. Datos vectoriales tomados de SIATL – INEGI (2016).

- 4) Identificadas la Subcuenca en las que se asienta el proyecto; y en virtud de que dicha área ocupa una superficie mayor a 8,605.45 Km²; se procedió a realizar la delimitación de las microcuencas de acuerdo a las metodologías propuestas por FIRCO – SAGARPA 2010. Dichos vectores fueron analizados observando que el proyecto se asienta en la microcuenca

✓ *Metodología para el trazo de unidades de escurrimiento*

Las corrientes superficiales conforman el drenaje natural del territorio, y su forma está determinada por las pendientes del relieve y los estratos que lo conforman. Cada una de las corrientes superficiales reúne a su vez otras de menor dimensión aguas arriba, siendo las primeras que conforman esta cadena, las cercanas a los parteaguas o divisorias son las que establecen el límite de estas unidades. A la superficie de escurrimiento o drenaje que deriva en una corriente principal y solo tiene una salida, se le denomina cuenca (Figura IV.5). En las zonas de alta pendiente como el área de estudio, la delimitación de las cuencas se traduce en una tarea minuciosa, ya que se requiere de información topográfica de gran detalle; siendo esta última una condición para el trazo o definición geométrica de las cuencas; ya que dichos polígonos de escurrimiento deben tener una salida única de agua y solo debe cruzar a través de su límite una sola corriente superficial. El fundamento del cálculo de la dirección de flujo de un punto, consiste en la evaluación de la pendiente existente entre la celda analizada y sus ocho celdas circundantes, proceso conocido como D8 o “Deterministic eight” (Jenson y Domínguez, 1988), siendo éste el método más sencillo para el cálculo de la dirección de flujo de una celda, frente a otros métodos existentes, con planteamientos más complejos en busca de un mayor acercamiento a la naturaleza del proceso. Como es fácil suponer, en el caso de existir depresiones sería imposible la asignación de una dirección de flujo y por tanto se perdería la “conectividad hidrológica” del conjunto de celdas.

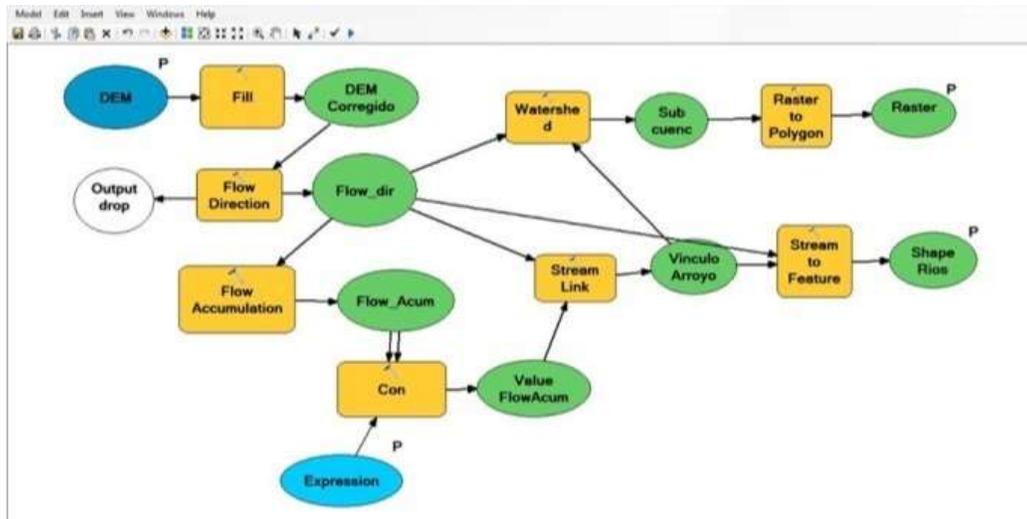


Figura IV.5. Modelado de las submicrocuencas.

Cuando es el caso de una depresión, el algoritmo produce “islas” de datos, que son interpretadas como cuencas endorreicas o arreicas. En resumen, calcular las direcciones de flujo significa la determinación de la dirección que adquiere el escurrimiento en cada una de las celdas que componen el MDE.

Esta dirección será aquella que refleje la mayor pendiente entre la celda en cuestión y la celda vecina a donde se dirige dicho escurrimiento. El siguiente paso en la delimitación es el cálculo de lo que se conoce como acumulación del flujo. Se trata en este caso de conectar las celdas del MDE corregido, de acuerdo a la dirección del flujo. Lo que se hace es contar el número de celdas aguas arriba que drenan hacia cada celda de interés.

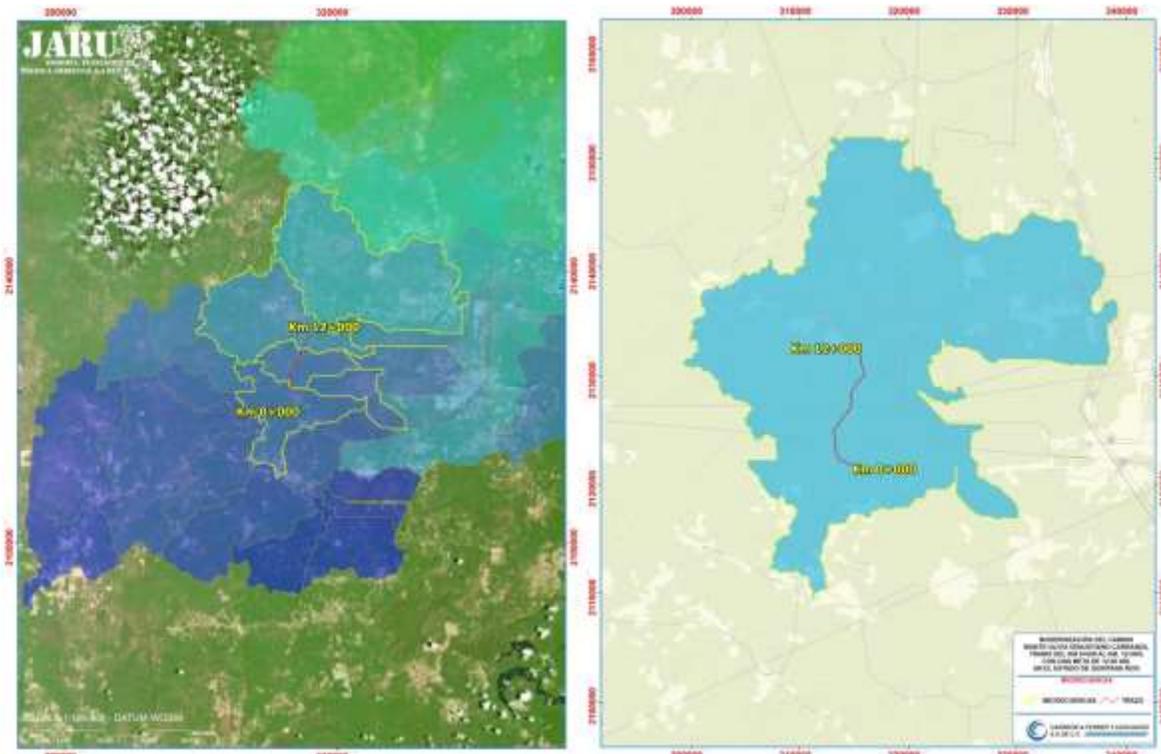


Figura IV.6. Procesamiento del modelo de elevación de las Microcuencas a través del módulo de ArcHydro ® para ArcMap 10.2 ®.

En la red mostrada, todas las celdas ubicadas en el primer renglón y la primera columna tienen el indicador 0; esto significa que no tienen ninguna celda más aguas arriba que drene hacia ellas. La celda (2,3) por ejemplo tiene un atributo de 2, que significa que hacia ella drenan dos celdas ubicadas aguas arriba que son las celdas (1,2) y (1,3). El resultado de este cálculo es entonces una nueva malla que contiene como atributos la cantidad de celdas drenantes. Obviamente, la celda que represente el punto de salida de la cuenca tendrá como atributo la cantidad total de celdas que cubren la cuenca en estudio. Con la implementación de este criterio, el polígono presentó una reducción del 60%.

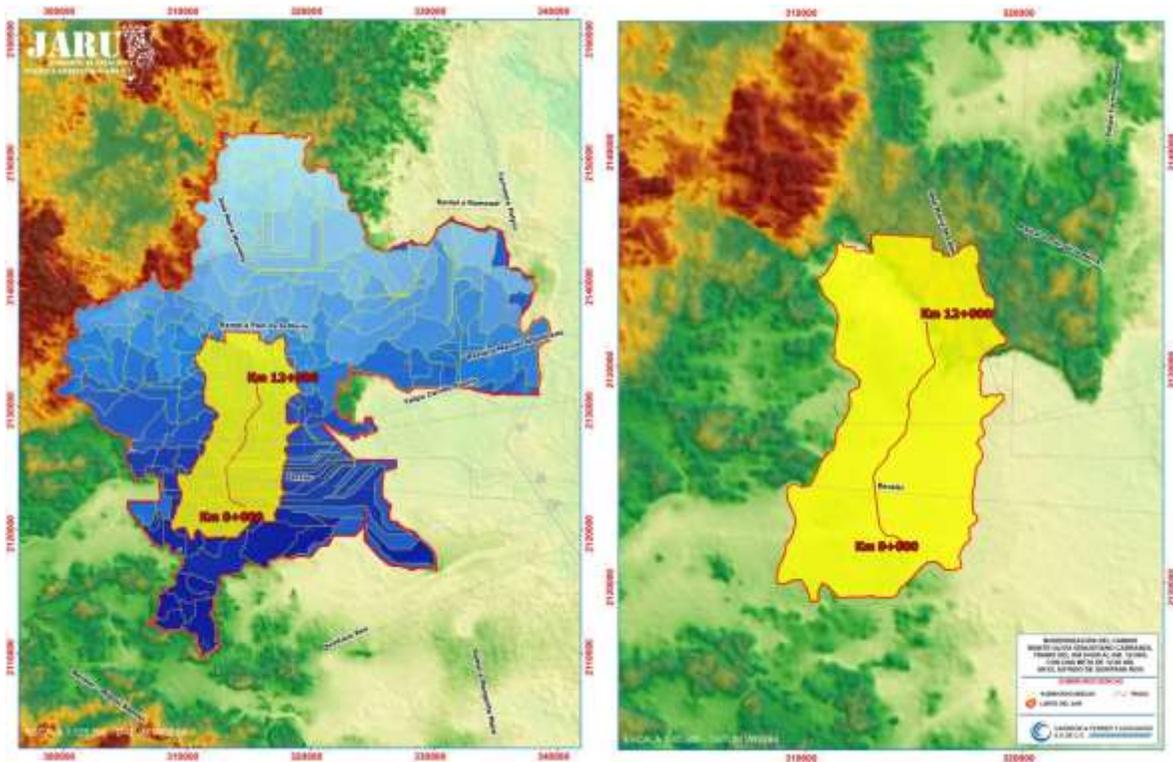


Figura IV.7. Izquierda; generación de submicrocuencas y selección de las que se intersectan con el trazo del proyecto. Derecha; poligonal del SAR.

El modelo de microcuencas permitió establecer una región más heterogénea, sin embargo es bien sabido que la generación de impactos sobre una cuenca tiende acumularse hacia las zonas bajas, debido a que es muy difícil que los impactos fluyan en sentido negativo y afecte a los ecosistemas que se ubican en la parte alta de la cuenca.

Bajo esta premisa, se procedió a la implementación de un tercer criterio en la delimitación del SAR; el cual permitió seccionar la región Norte del Polígono. Para ello se procesó el MDE de la región permitiendo generar submicrocuencas con valores que no excedían de los 100 km² esto con la finalidad de reducir de manera significativa la poligonal del SAR. Como resultado, el polígono procesado, tiene una superficie de 11,435.00 Ha. Identificados los principales factores abióticos que pueden integrar al Sistema Ambiental Regional; y a través de la depuración de los distintos vectores tenemos que el SAR está influenciado por dos tipos de climas, el primero un cálido subhúmedo (Aw1(w)). Las geoformas presente en el sistema están representadas por Relieves carsticos y Relieves mesiforme.

En lo que respecta a las rocas solo es posible identificar dos tipos, el primero corresponde a caliza del cretácico inferior y suelos producto de la acumulación. Particularmente en el caso de las unidades edáficas tenemos la presencia de dos tipos, el Gleysol el cual se distribuye en el 63.04% de la superficie del Sistema y el Leptosol, el cual su distribución principal es hacia el centro del SAR (Tabla IV.1).

El SAR se encuentra inmerso en su totalidad dentro de la denominada “Cuenca Cerrada” misma que se distribuye desde el centro del estado de Quintana Roo hasta el Mar Caribe; en lo que refiere a la subcuenca, de acuerdo a los datos vectoriales del INEGI y del Ordenamiento de aguas subterráneas de la CONAGUA el SAR se encuentra en la Subcuenca Xpechil – Felipe Carrillo Puerto y está conformado por 3 Acuíferos (cerros y Valles, Península de Yucatán y el Payo). El análisis de la imagen de Satélite y el procesamiento de los Modelos de Elevación Digital permitieron identificar una red de escurrimientos superficiales (principalmente en porción Norte del Sistema), mismos que confieren las características idóneas para el desarrollo de la SBC inundable.

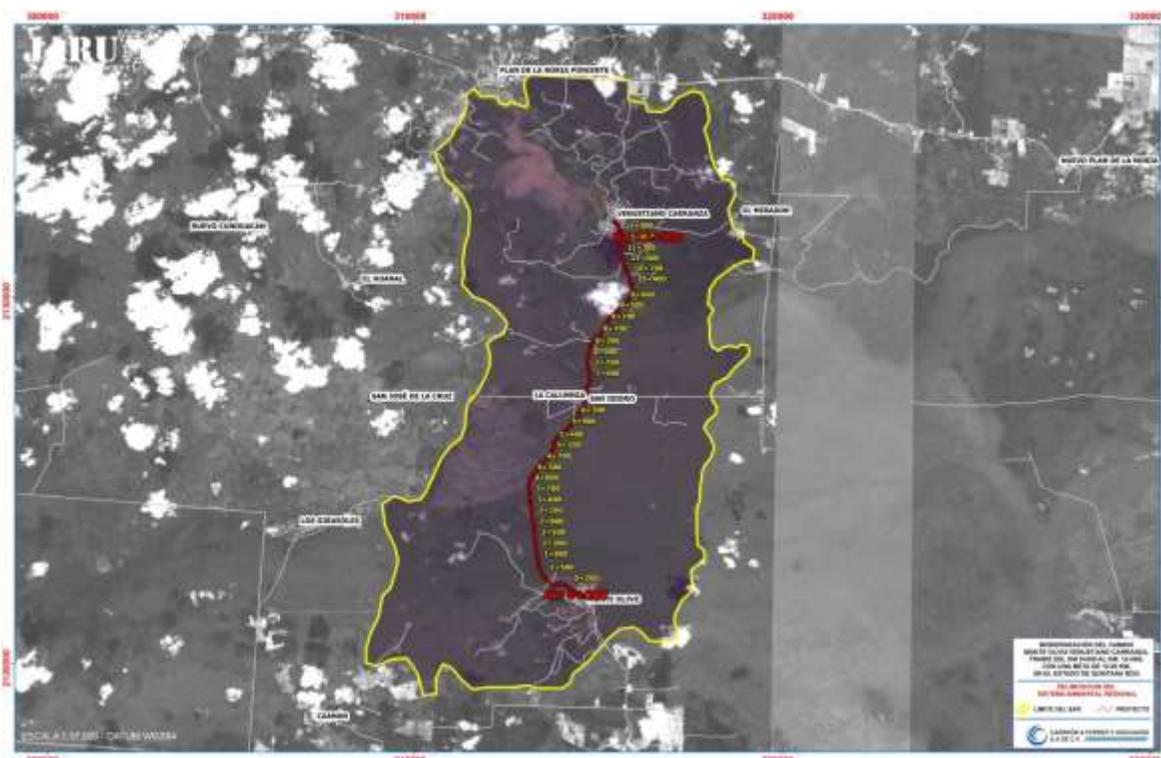


Figura IV.8. Límite del Sistema Ambiental Regional.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de los factores Bióticos y Abióticos presentes en el SAR delimitado para el proyecto.

Tabla IV.1. Factores Bióticos y Abióticos que interactúan con el SAR delimitado para el proyecto.

Factor	Subfactor	Ha	% respecto al SAR
Cuenca	Cuencas Cerradas	11,435.00 Ha	100.00 %
Subcuenca	Xpechil - Felipe Carrillo Puerto	11,435.00 Ha	100.00 %
Acuífero	Cerros y valles	7,534.00 Ha	65.89 %

Factor	Subfactor	Ha	% respecto al SAR
	Payo	593.00 Ha	5.19 %
	Península de Yucatán	3,308.00 Ha	28.93 %
	Total	11,435.00 Ha	100.00 %
Clima	Aw1(x') - Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C, precipitación media anual de 500 a 2,500 mm y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano mayores al 10.2% anual.	11,435.00 Ha	100.00 %
Geomorfología	Relieve cárstico	5,443.49 Ha	47.60 %
	Relieve mesiforme	5,991.51 Ha	52.40 %
	Total	11,435.00 Ha	100.00 %
Suelo	Leptosol	4,226.00 Ha	36.96 %
	Gleysol	7,209.00 Ha	63.05 %
	Total	11,435.00 Ha	100.00 %
Geología	Caliza	5,147.00 Ha	45.01 %
	N/A	6,288.00 Ha	54.99 %
	Total	11,435.00 Ha	100.00 %
Vegetación	Áreas Agrícolas	797.31 Ha	6.97 %
	Asentamientos Humanos	49.93 Ha	0.44 %
	Cuerpo de agua	18.48 Ha	0.16 %
	Pastizal	34.03 Ha	0.30 %
	Selva Baja Caducifolia Inundable	6328.59 Ha	55.34 %
	Sin vegetacion aparente	9.69 Ha	0.08 %
	Selva Mediana Subperennifolia Conservada	312.31 Ha	2.73 %
	Selva Mediana Subperennifolia medianamente conservada	850.21 Ha	7.44 %
	Selva Mediana Subperennifolia perturbada	2006.78 Ha	17.55 %
	Zona Inundable	1027.69 Ha	8.99 %
	Total	11,435.00 Ha	100.00 %

IV.2. Caracterización de los aspectos Bióticos y Abióticos del SAR.

El Sistema Ambiental Regional (SAR) delimitado para el proyecto se encuentra asentado dentro de los municipios de José María Morelos y Bacalar², en el Estado de Quintana Roo, cuenta con una superficie de 11,435.00 Ha, se encuentra comprendido dentro de la porción Suroeste del Estado de Quintana Roo, dentro de la Provincia fisiográfica Península de Yucatán, limitada al Norte y al Este por el Golfo de México, al Sur por Belice, al Oeste por el Golfo de México y la provincia de la Llanura Costera del Golfo Sur. Políticamente abarca la totalidad del Estado de Yucatán y Quintana Roo y la mayor parte de Campeche. Esta Provincia se caracteriza por estar conformada por un terreno predominantemente plano, con una altitud promedio menor a 50 msnm, no obstante en ella pueden encontrarse elevaciones hasta de 350 m. En términos estrictamente fisiográficos, es una gran plataforma de rocas calcáreas que han venido emergiendo de los fondos marinos desde hace millones de años; donde se han formado extensas redes cavernosas subterráneas, por la que escurre el agua, con una destaca profusión de cenotes (dolinas) y úvalas que muestran la red de drenaje subterráneo. Específicamente, el Sistema Ambiental Regional delimitado para el proyecto se ubica dentro de la subprovincia Carso y Lomeríos de Campeche, que comprende dentro del Estado de Quintana Roo a los Municipios de Felipe Carrillo Puerto, José María Morelos y Othon P. Blanco (Bacalar).

De acuerdo a la orografía, altitud y latitud del SAR prevalece un solo tipo climático, el cual corresponden a un cálido subhúmedo con presencia de lluvias todo el año, de fórmula climática $Aw1(x')$, caracterizado por presentar una temperatura media anual en el orden de 28.2°C, con una media del mes más cálido de 22.7°C, así como una fría generalmente mayor de 18°C, registrada durante los meses de diciembre, enero y febrero.

El SAR se encuentra integrado en materia geológica por materiales calizos, constituidos fundamentalmente por una secuencia de caliza, marga y brecha calcárea que datan del período Terciario de la época del Eoceno y más recientemente del Cuaternario, materiales que han permitido el desarrollo de suelos de tipo Gleysol vértico en asociación con suelos litosoles de textura fina constituido con más del 35% de arcillas y fase lítica distribuidos en las partes más bajas del SAR constituidas por la unidad de relieve cárstico acumulativo; así como suelos Litosoles de textura fina y fase lítica distribuido principalmente en las zonas más elevadas del SAR (45-80 msnm) en la unidad de relieve mesiforme de estructura tabular.

Estas características han permitido en desarrollo de dos usos de suelo primarios, la selva baja caducifolia inundable y la selva mediana subperennifolia, mismos que dentro del SAR se presentan en diferentes estados de conservación; así pues, las actividades económicas de los pobladores en la región han propiciado la existencia de pastizal cultivado, sabana y pequeña extensiones de agricultura (no cartografiables).

La suma de estos factores ha permitido el desarrollo de comunidades faunísticas que se integran de manera armónica al paisaje del Sistema Ambiental Regional. Por ello, los inventarios realizados y el análisis bibliográfico permitieron ubicar un promedio de 307 especies de vertebrados terrestres, entre los que destaca el grupo de las aves por ser el más diverso con 173 especies, seguido por los mamíferos con 73 especies, 42 reptiles y

² El 2 de febrero de 2011 el Congreso de Quintana Roo segregó del territorio de Othón P. Blanco el nuevo municipio de Bacalar, por lo que por lo que aún no se cuenta con datos actuales y precisos en materia socioeconómica del municipio.

19 anfibios. Del total de las especies con potencial distribución dentro del SAR 71 especies se encuentran catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de estas 18 se encuentran bajo el estatus de Amenazada, 12 bajo el estatus de peligro de extinción y 41 bajo la categoría de protección especial.

IV.2.1. Componentes Abióticos (Clima, Geología, Geomorfología, Edafología e Hidrología)

Clima

El clima se refiere al conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmosfera en un punto de la superficie de la tierra. El clima de una región está controlado por una serie de elementos como temperatura, humedad, presión, vientos y precipitaciones, principalmente. Estos valores se obtienen a partir de la recopilación en forma sistemática y homogénea de la información meteorológica, durante periodos que se consideran suficientemente representativos, de 30 años o más. Factores como la latitud, longitud, continentalidad, relieve, dirección de los vientos, también determinan el clima de una región (INEGI; 2013).

Quintana Roo solamente tiene presencia de los climas del grupo A, subgrupo cálido, y dentro de este los tipos climáticos que están representados son el húmedo y el subhúmedo, con una más amplia diversidad de subtipos y variantes, así como una mayor extensión territorial ocupada del segundo por sobre el primero. En la tabla IV.2 se puede observar que de acuerdo con la información proporcionada por el INEGI a través del Programa IRIS, en el estado de Quintana Roo solamente tienen presencia de dos tipos climáticos cálido subhúmedos aparecen dos subtipos: el Aw0 y el Aw1 y en el segundo tres: Aw0(x'), el Aw1(x') y el Aw2(x').

Tabla IV.2 Tipos y subtipos climáticos en el estado de Quintana Roo, con el sistema de Clasificación de Köppen modificado por García y sus respectivas denominaciones equivalentes.

IRIS 4	Equivalentes	Superficie (Km ²)	Superficie (ha)	Superficie (%)
Aw ₀	Aw ₀	433.65 Km ²	43,365.17 Ha	1.00 %
Aw ₀ (x')	Ax'(w ₀)	3,557.22 Km ²	355,722.15 Ha	8.40 %
Aw ₁	Ax'(w ₁)	15,612.56 Km ²	1,561,256.23 Ha	36.70 %
Aw ₁ (x')		10,350.73 Km ²	1,035,072.99 Ha	24.30 %
Aw ₂ (x')	Ax'(w ₂)	12,171.81 Km ²	1,217,181.31 Ha	28.50 %
Am(f)	Am (f)	458.61 Km ²	45,861.09 Ha	1.10 %
TOTALES		42,584.90 Km²	4,258,458.93 Ha	100.00 %

El Sistema Ambiental se ubica en la región Centro - Sur del estado de Quintana Roo, específicamente el clima en la zona está determinado en gran medida por diversos factores geográficos, es decir, su ubicación altitudinal y latitudinal, el efecto de su relieve estrictamente plano y la influencia de los vientos húmedos del Mar Caribe que han dado

lugar al establecimiento de climas cálidos. De acuerdo con los datos registrados por las estaciones meteorológicas y con base en la cartografía climática de la zona, en el SAR se identifica una unidad climática, que hace referencia a un tipo cálido subhúmedo con lluvias en verano, clasificado por García (1988), en el grupo de los A, caracterizado por presentar una temperatura media anual y una temperatura media del mes más cálido con valores de 25.2°C y 21.7°C respectivamente. En el SAR este tipo climático ha favorecido la existencia de vegetación natural de selva baja caducifolia y selva mediana subperennifolia.

Para la caracterización climática del SAR se realizó el cálculo de las variables climáticas, y por consiguiente del clima, para ello se utilizaron los valores normales de 29 estaciones climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional que se encuentran dentro del Estado de Quintana Roo (Tabla IV.3) Lo anterior debido a que dentro del SAR no se registra estación climatológica alguna. Extrapolando los datos de estaciones fuera del SAR resulta en cartografía con menor incertidumbre que interpolando a partir de una sola estación climatológica.

Tabla IV.3 Estaciones meteorológicas del Estado de Quintana Roo.

Clave	Estación	UTM	Altitud	T MAX	T media anual	T MIN	Precipitación
23003	Felipe Carrillo Puerto	16Q 390393 2164848	22	31.8	26.3	20.8	1385.7
23007	Tampak (A. Chunhuhub)	16Q 321669 2164416	100	32.2	25.4	18.7	1092.8
23011	Kantunilkin	16Q 449569 2332831	33	31.5	24.4	17.4	1295.8
23012	Coba	16Q 423093 2265726	23	29.8	24.7	19.6	1196.7
23013	La Presumida	16Q 316226 2190549	46	33.8	26.1	18.3	1383.8
23014	Leona Vicario	16Q 478751 2320870	22	30.9	24.5	18.1	1104.6
23016	Nicolas Bravo (Km. 71)	16Q 295954 2041985	123	32	25.7	19.5	1250.8
23018	Pucte	16Q 323892 2016618	65	32.1	26.2	20.2	1392.6
23022	Señor	16Q 380862 2194977	37	32.3	25.9	19.4	1246.8
23023	Solferino	16Q 455385 2360484	23	31.1	24.6	18.1	1270.7
23024	Tihosuco	16Q 357263 2233463	62	33	25.9	18.7	1209.9
23025	Tulum	16Q 452153 2236508	25	31.2	25.5	19.9	1150.3
23026	Valle Hermoso	16Q 339778 2122428	48	32.7	25.8	18.8	1101

Clave	Estación	UTM	Altitud	T MAX	T media anual	T MIN	Precipitación
23027	Victoria	16Q 470831 2298993	32	30.1	24.7	19.4	1365.8
23031	X-Pichil	16Q 355736 2178253	34	32.8	26.4	20.1	1046.2
23032	Chetumal	16Q 359859 2046082	26	31.4	26.9	22.4	1327.4
23033	Chacchoben	16Q 372273 2098931	29	31.1	25.6	20.1	1527.3
23040	Sergio Butrón Casas	16Q 334410 2047331	49	31.1	25.9	20.6	1369.5
23041	Dziuche	16Q 310319 2201560	55	32.5	25.8	19.2	1189.5
23042	Limones	16Q 383094 2103625	12	32.1	25.8	19.6	1542.8
23044	Adolfo López Mateos	16Q 323053 2171752	48	32.3	25	17.7	1326.1
23049	Inia-Caechet	16Q 345992 2054121	41	31.9	25.9	19.9	1367.2
23050	Inip	16Q 377403 2096222	-9	31.1	25.6	20.2	1397
23051	Pedro Antonio Santos	16Q 338722 2215791	30	32.4	26.5	20.6	1420.8
23152	Andrés Quintana Roo	16Q 383952 2119113	25	31.4	25.7	19.9	1562.4
23153	Chetumal Tecnológico	16Q 362689 2048090	17	30.8	26.2	21.7	1348.9
23154	Agua Blanca	16Q 306989 1992088	94	31.2	25	18.8	1354.5
23155	Cancún	16Q 518659 2339497	1	31	27.1	23.2	1337.7
23157	Ideal, Lázaro Cárdenas	16Q 443169 2309210	33	31.8	25.7	19.7	1423.4

Para interpolar los datos entre estaciones meteorológicas se utilizó el método SPLINE, en su variante de tensión, que utiliza además de los valores numéricos de los puntos, la primer y segunda derivada de la función de curvatura. Se utilizó una vecindad de seis estaciones por cada estación analizada. Al utilizar SPLINE se obtiene una superficie suave, a diferencia de Kriging o IDW (Figura IV.9)

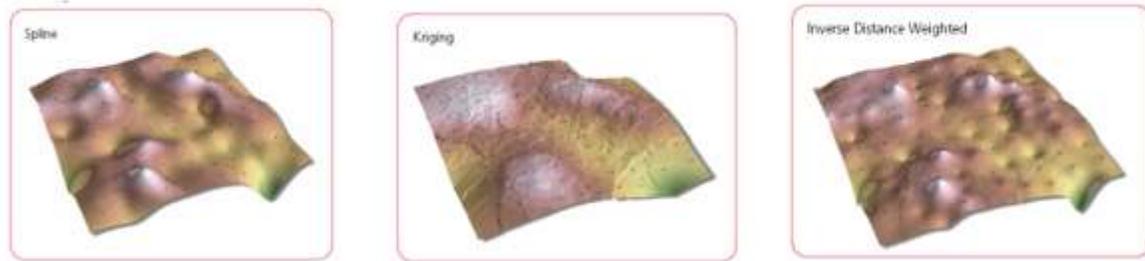


Figura IV.9. Resultados de algunas Interpolaciones espaciales. Fuente: ESRI.com.

Precipitación

Dentro del SAR, la precipitación media anual oscila entre los 1,141 y 1,230 mm/año (Figura IV.10) con un promedio de 1,173 mm/año. Debido a la ausencia de cadenas montañosas que obstaculicen y capten la humedad proveniente del Mar Caribe, la precipitación es escasa en el SAR, en comparación con otras planicies costeras del país como Veracruz y Chiapas.



Figura IV.10. Modelo de precipitación media anual.

Temperatura

Dentro del SAR la temperatura media anual oscila entre los 24.9°C y 25.7°C, siendo las corrientes de viento un factor importante para que a nivel del mar esta variable climática

no se incremente en mayor medida (Figura IV.11). La temperatura media anual dentro del SAR es de 25.2°C.

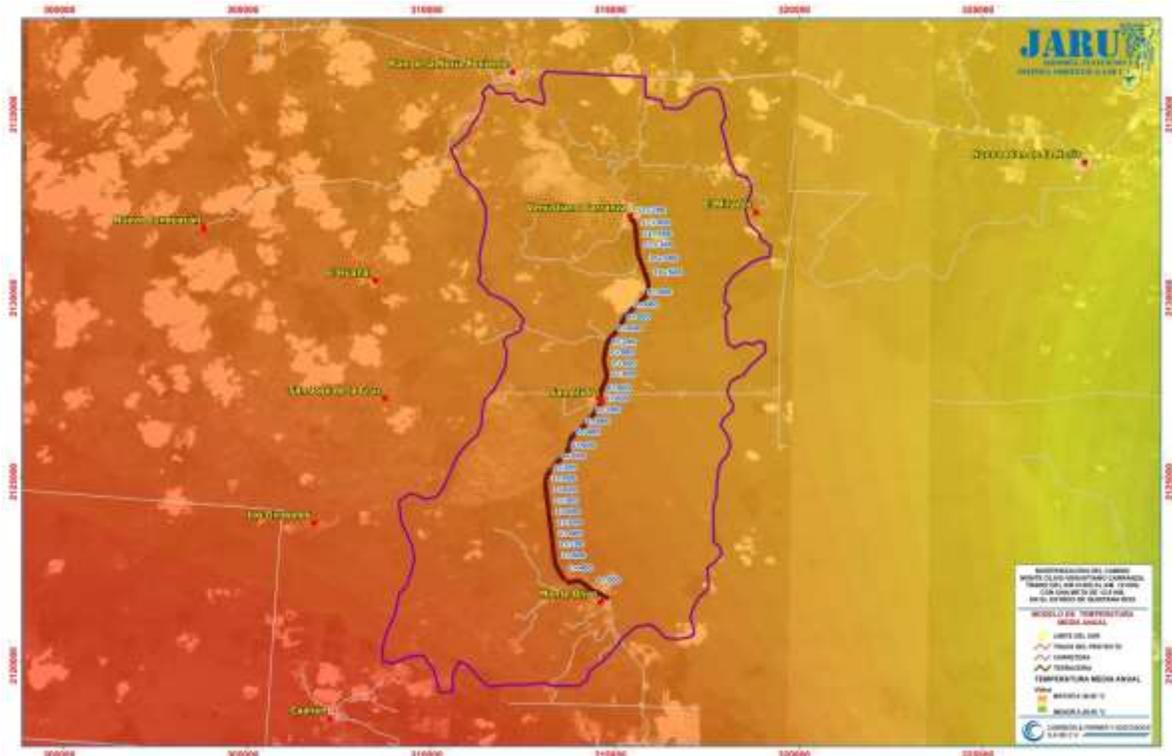


Figura IV.11. Modelo de temperatura media anual.

P/T (Precipitación/Temperatura)

La relación P/T indica la proporción en que la precipitación media anual es superior a la temperatura media anual y es un indicativo de la humedad presente y un factor en la determinación del tipo de clima. Como se observa en la Figura IV.12, P/T tiene valores máximos de 50 para el SAR, que ocurren al Norte, aunque sin variar en gran medida con respecto a los valores mínimos ubicados al Sur. De haber tenido valores inferiores a 43.2 estaría presente un clima semiárido. La relación P/T no afecta de forma única a la disponibilidad de agua subterránea, ya que es necesario considerar también al suelo y al estrato litológico.

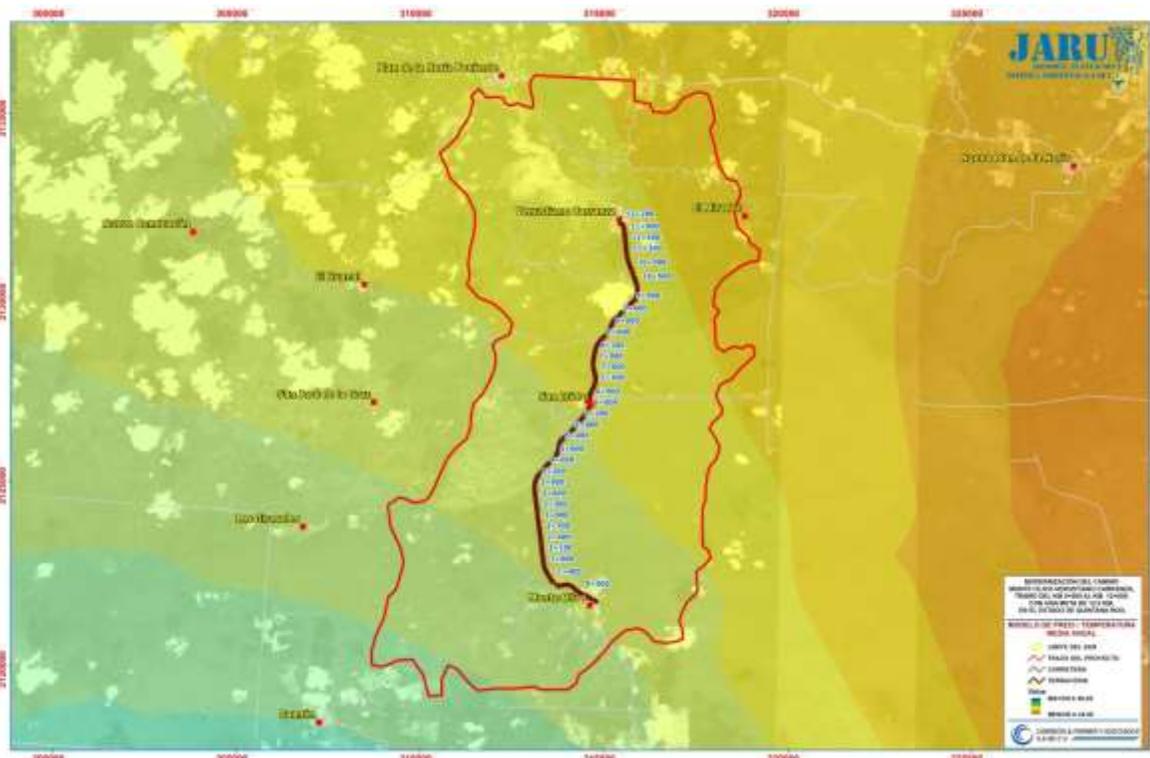


Figura IV.12. Modelo de P/T media anual.

De acuerdo con la metodología planteada por Enriqueta García (1988), se determinó que dentro del SAR solo existe un tipo de clima, el cálido subhúmedo con presencia de lluvias todo el año, de fórmula climática $Aw1(x')$, caracterizado por presentar una temperatura media anual en el orden de 28.2°C , con una media del mes más cálido de 22.7°C . La temperatura del mes más fría se registra en 18°C , durante los meses de diciembre, enero y febrero. En cuanto al grado de humedad, este tipo climático exhibe valores de 46.5, incluido en el intervalo de 43.2 y 55.0, por lo que el grado de humedad indica pertenece al grupo de los “w1” intermedio en humedad (Tabla IV.4).

Tabla IV.4. Parámetros climáticos del SAR correspondientes al tipo climático cálido subhúmedo $Aw1(x')$.

Parámetro	Descripción
Grupo climático	Debido a que la temperatura media del mes más frío es mayor a 18°C , el clima es de tipo cálido (A). Las temperaturas más frías ocurren en los meses de diciembre, enero y febrero.
Subgrupo climático	El subgrupo climático lo definen la temperatura media anual y la temperatura media del mes más cálido, que para el SAR tienen valores de 25.2°C y 21.7°C respectivamente, y son mayores a 22°C y 18°C a su vez. Por lo tanto, el subgrupo climático es igual al grupo climático: cálido.
Grado de	La relación o cociente P/T es un indicativo del grado de humedad, que para el SAR tiene un valor promedio de 46.5, que se encuentra dentro

Parámetro	Descripción
humedad	del intervalo entre 43.2 y 55.0, por lo que el grado de humedad se indica con “w1”, quedando fuera los grados “w2”, “w0” y “w”. Los valores mínimos y máximo de P/T para el SAR son 44.6 y 49.2 respectivamente.
Régimen de lluvias	Debido a que el máximo de la precipitación se encuentra en la mitad caliente del año (mayo-octubre) y no llega a ser 10 veces más que la del mes más seco del año (183.1 mm – octubre, 31.7 mm – mayo), el régimen de lluvias para el SAR es intermedio o de “todo el año”. No hay un régimen de lluvias de verano o de invierno.

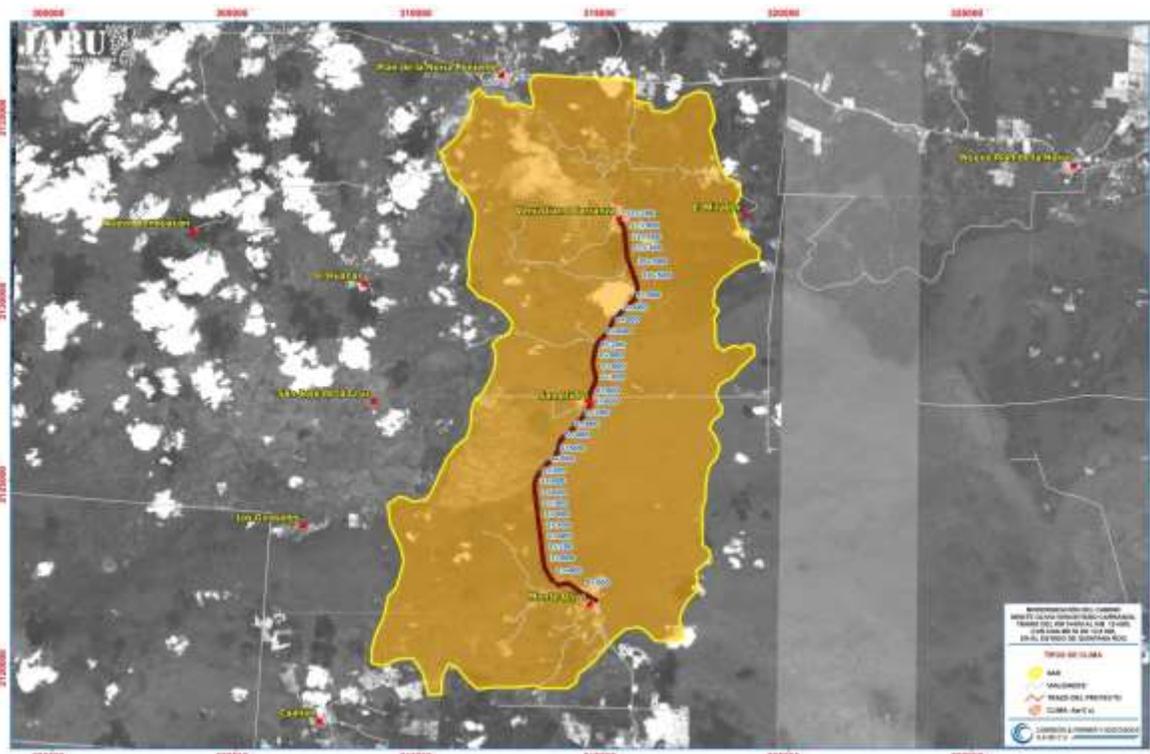


Figura IV.13. Dentro del SAR se identifica un solo tipo climático, el cual refiere a un cálido subhúmedo de formula Aw1(x’).

Riesgos climatológicos

Las características climáticas no permiten la instauración de heladas o nevadas, así como tampoco la presencia de granizadas ni nieblas (neblinas). Los principales eventos meteorológicos que llegan a presentarse dentro del SAR son acompañados de precipitación, como los frentes fríos que se manifiestan con fuertes vientos (nortes) a finales y principios de año, y los huracanes, tormentas y depresiones tropicales (según su intensidad) entre junio y noviembre. Debido a su ubicación geográfica, esta zona es la de mayor concurrencia de huracanes del país, por encontrarse dentro de la trayectoria típica que siguen estos fenómenos en su camino desde el Océano Atlántico hacia el poniente.

La información obtenida a través del SMN (2009), indica que desde 1970 a 2016, se formaron 39 ciclones tropicales que afectaron directamente el territorio estatal de Quintana Roo. De los 39 ciclones anteriormente mencionados, solo 5 entraron a tierra dentro de la región correspondiente al SAR (Figura IV.14).

Tabla IV.5. Ciclones tropicales que impactaron al SAR y afectaron al estado de Quintana Roo.

Año	Nombre	Categoría	Período	Día de impacto	Viento máx. en impacto (Km/h)
1988	Gilberto	H5	8 -20 de septiembre	13 de septiembre	287
1988	Keith	Tormenta tropical	17 – 24 de noviembre	21 de noviembre	110
1990	Diana	Tormenta tropical	4 – 8 de agosto	5 de agosto	110
1993	Gert	Tormenta tropical	14 - 21 de septiembre	18 de septiembre	65
1995	Opal	Depresión tropical	27 de septiembre - 2 de octubre	27 de septiembre	55
1995	Roxanne	H3	8 -20 de octubre	10 de octubre	185
1996	Dolly	H1	19 – 24 de agosto	20 de agosto	110
1999	Katrina	Depresión tropical	28 de Octubre – 1 de noviembre	31 de agosto	45
2000	Gordon	Depresión tropical	14 – 18 Septiembre	14 de Septiembre	55
2000	Keith	Tormenta tropical	28 de Septiembre – 6 de Octubre	3 de Octubre	75
2001	Chantal	Tormenta tropical	15 – 22 de Agosto	21 de Agosto	85
2002	Isidore	H3	14 – 26 de Septiembre	22 de Septiembre	205
2003	Claudette	Tormenta tropical	8 – 15 de Julio	11 de Julio	90
2005	Cindy	Depresión tropical	3 – 6 de Julio	4 de Julio	55
2005	Emily	H4	10 – 21 Julio	18 de Julio	215
2005	Stan	Tormenta Tropical	1 – 5 Octubre	2 de Octubre	75
2005	Wilma	H4	15 – 25 de Octubre	21 de Octubre	230
2007	Dean	H5	13 – 23 Agosto	21 de Agosto	260

Año	Nombre	Categoría	Período	Día de impacto	Viento máx. en impacto (Km/h)
2008	Arthur	Tormenta tropical	31 Mayo - 2 de Junio	31 de Mayo	65
2008	Dolly	Tormenta tropical	20 – 25 Julio	21 de Julio	85
2010	Alex	H2	25 Junio – 01 Julio	30 junio	165
2010	Karl	H3	14 – 18 Septiembre	15 septiembre	195
2010	Matthew	Tormenta tropical	23 – 25 septiembre	25 septiembre	85
2011	Arlene	Tormenta tropical	28 al 30 de Junio de 2011	30 junio	120
2011	Rina	H2	23 al 28 de Octubre		175
2012	Ernesto	H1	1 al 10 de Agosto	01 agosto	140
2012	Helene	Tormenta tropical	9 al 11 y del 17 al 18 de Agosto	09 Agosto	75

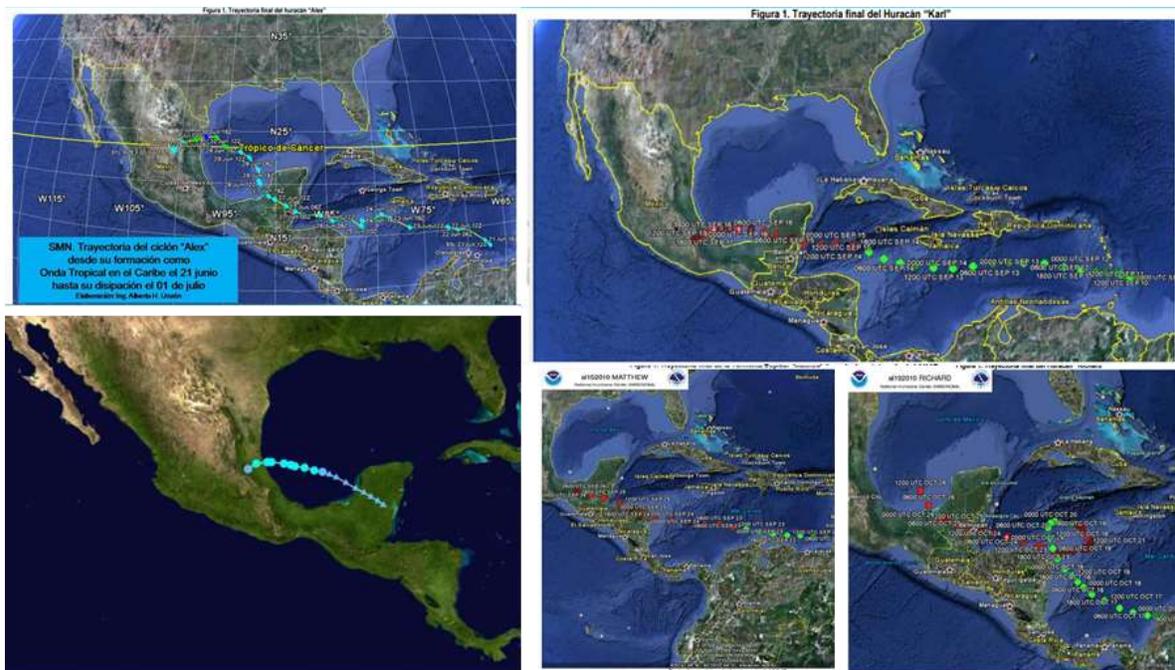


Figura IV.14. Trayectoria de los huracanes Alex, Karl, Arlene, Matthew, Richard, que han tenido influencia sobre el área del proyecto.

Estos ciclones fueron los únicos que hicieron su primer contacto con tierra dentro del SAR, sin embargo dada la frecuencia, magnitud y trayectoria de este tipo de fenómenos, los efectos de casi todas las formaciones ciclónicas tiene alguna repercusión en la región de la Península de Yucatán y específicamente, dentro del SAR. Otro fenómeno importante que debe considerarse dentro del SAR son las inundaciones, dado a las características geomorfológicas. Dada las características geológicas y profundidad del acuífero en los diferentes puntos del SAR, las “inundaciones”, se dan en las cercanías de las aguadas, en las selvas que algunos autores denominan como inundables y otros como selva baja, en estas selvas sube el nivel del agua hasta un metro; las zonas inundables coinciden sobre todo con los terrenos cercanos a la falla Holbox que además es la ubicación del mayor número de aguadas y cenotes. Las inundaciones son cíclicas en dicha región del SAR y los gametos de las plantas que lo habitan requieren de estos flujos de agua para llegar a otros parches con selva baja o selva baja inundable (dependiendo el autor que lo describa).

Geología

El SAR y en general todo el estado de Quintana Roo se encuentra dentro la región fisiográfica, denominada Península de Yucatán, la cual a su vez pertenece a la Suprovincia Carso y Lomeríos de Campeche. La Provincia Península de Yucatán, se caracteriza por estar conformada por un terreno predominantemente plano, con una altitud promedio menor a 50 msnm, no obstante en ella pueden encontrarse elevaciones hasta de 350 m. En términos estrictamente fisiográficos, es una gran plataforma de rocas calcáreas que han venido emergiendo de los fondos marinos desde hace millones de años; donde se han formado extensas redes cavernosas subterráneas, por la que escurre el agua, con una destaca profusión de cenotes (dolinas) y úvalas que muestran la red de drenaje subterráneo; de esta forma, su conformación geológica debe su origen a la sedimentación de los fondos marinos que ocurrieron a partir de la era Cenozoica, específicamente durante el periodo Terciario Superior (Mioceno y Plioceno). En ese tiempo las capas se fueron estableciendo sobre un basamento de rocas perteneciente a la era Mesozoica.

De esta manera, se ha llegado a constituir una losa gigantesca que concluyó su emersión en el Período Pleistoceno de la Era Cuaternaria. Se estima que tiene como edad geológica entre los 2 a 3 millones de años, aunque aún en nuestro tiempo continúa en el proceso de emersión por medio de pausas y retrocesos. De esta forma, en la región afloran unidades de rocas carbonatadas y depósitos recientes que representan el tiempo geológico comprendido entre el Paleoceno y el Reciente. El Terciario superior está representado por otra secuencia calcárea que corresponde a la formación de Felipe Carrillo Puerto, depositado durante el lapso Mioceno Superior Plioceno (J. Butterlin y F. Bonet, 1963), que en esta área cubre a la secuencia calcárea del Terciario inferior mediante una discordancia que representa un hiatos del Oligoceno a la base del Mioceno superior. Los materiales litológicos que conforman la región, tienen su origen en la Formación Carrillo Puerto y Formación Bacalar de acuerdo con el plano geológico, constituido por rocas de tipo caliza conquinoidal, muy características de la zona, por exhibir claramente restos de conchas.



Figura IV.15. Plano geológico de la Península de Yucatán, donde se observa que la zona de estudio pertenece a la Formación Carrillo Puerto y Formación de Bacalar, conformada por roca caliza conquinoidal.

La mayor parte de la Península de Yucatán está constituida por afloramientos de rocas calcáreas carentes de deformaciones y subhorizontales. Esto se debe, en gran medida, a su sobreyacencia al basamento cristalino paleozoico estable. La columna estratigráfica arroja anhidritas, calizas, dolomías e intercalaciones de bentonitas. La columna estratigráfica del SAR solo muestra un período geológico importante, que se ubica en el Terciario (Mioceno – Plioceno) y corresponde a la Formación Carrillo Puerto (TmplCz-Cq), que está constituida por una secuencia de caliza y coquina (caliza bioquímica). La formación Carrillo Puerto (Plioceno) tiene un espesor variable de entre 163 y 240 m, con la presencia de microfósiles marinos que incluyen algas y otros organismos microscópicos propios de aguas someras y plataformas continentales. La formación del relieve cárstico comenzó a experimentar disolución por el efecto del agua y dio paso a una secuenciación de caliza y dolomita (carbonato cálcico – magnésico).

Concretamente, la litología del SAR está conformada a partir de dos tipos de afloramientos geológicos Calizas y suelo, ambos de origen sedimentario, representados fundamentalmente por calizas y areniscas. En el 96.9% del Sistema se presentan afloramientos de rocas calizas caracterizadas por contener pequeñas cantidades de minerales, como arcillas, hemantitas, sideritas y cuarzos, que le proporcionan el color tan característico al suelo y el grado de coherencia de la roca, además de ser un factor importante de la capacidad de filtración del agua.

El SAR presenta una litología conformada a partir de afloramientos geológicos de tipo sedimentario, representados por materiales como calizas, caracterizadas por contener pequeñas cantidades de minerales, como arcillas, hemantitas, sideritas y cuarzos, que le proporcionan el color tan característico al suelo y el grado de coherencia de la roca, además de ser un factor importante de la capacidad de filtración del agua y con ello de la formación de ríos subterráneos y de la presencia de un gran número de cenotes como parte de la evolución avanzada de un paisaje cárstico o "karst". En la zona también es posible identificar materiales de tipo suelo, originados por los depósitos finos de arcillas y limos sin consolidar derivados de las rocas preexistentes, tanto de origen eólico, como lacustre y palustre, situados en un área bien definida, identificada como una zona pantanosa o inundable.

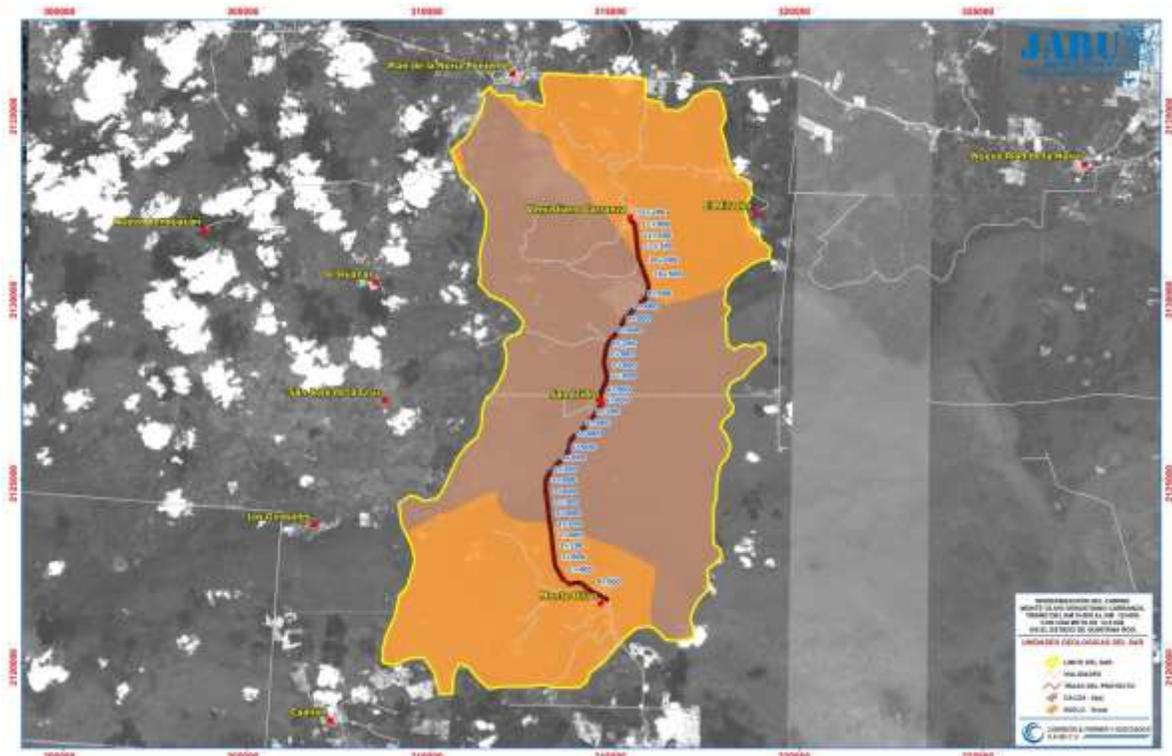


Figura IV.15. Distribución de las unidades Geológicas dentro del SAR.

Geomorfología

A nivel fisiográfico, como ya se describió, el SAR pertenece a la Provincia Península de Yucatán, la cual conforma una plataforma, cuya capa superficial es sensiblemente plana, aunque desde el nivel topográfico se reconocen algunas elevaciones y hondonadas que le dan un carácter ligeramente ondulado; específicamente la zona de estudio se asienta en la subprovincia Carso y Lomeríos de Campeche, la cual ocupa la porción Suroeste de Quintana Roo. La región se caracteriza por ser eminentemente plana con un suave declive de Oeste a Este, hacia el mar, con un gran número de áreas deprimidas denominadas “bajos o sabana” en las que por las precipitaciones pluviales se forman inundaciones conocidas como aguadas. Para la zona de estudio, prácticamente se carece de relieve, particularmente al ser comparada con las importantes formaciones montañosas que se forman en otras regiones del país (Escobar, 1981). De hecho, se trata de zonas bajas y planas, labradas por diferentes procesos geológicos; es decir, la zona de estudio es una planicie de depósito, estrecha, formada por procesos de acumulación fluvial reciente en los lechos aluviales y por el arrastre de materiales, constituida por materiales litológicos de caliza, principalmente ocupadas por vegetación capaz de soportar condiciones de inundación.

Geomorfológicamente en el SAR se pueden distinguir dos unidades, propias de los sistemas cársticos: el relieve acumulativo residual y el relieve mesiforme de estructura tabular.

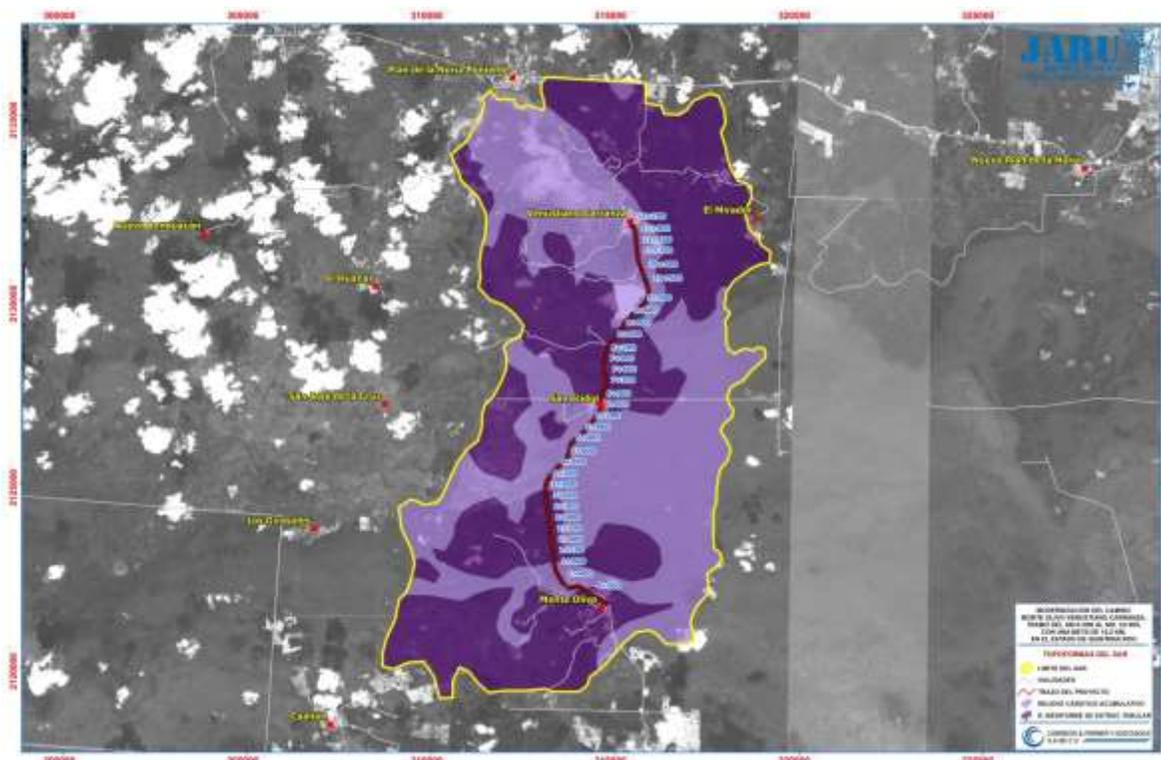


Figura IV.16. Distribución de las unidades geomorfológicas que integran al SAR.

Del sistema cárstico se identificó al relieve cárstico acumulativo residual, formado por la actividad de disolución de las aguas subsuperficiales y subterráneas de rocas solubles como caliza, yeso y sales.

Tabla IV.6. Caracterización de las Unidades geomorfológicas del SAR.

Unidad Geomorfológica	Descripción
Relieve cárstico acumulativo residual	Se caracteriza por ser un relieve conformado por ciclos de disolución generando relieves negativos de fondo plano con depósitos eluviales y deluviales. Este relieve representa la etapa más avanzada de la Karstificación.
Relieve mesiforme de estructura tabular	Este relieve se conforma por terrenos elevados y llanos, de estructura tabular o monoclinal ligeramente inclinada. Están constituidos por estructuras sedimentarias originalmente depositadas en cuencas, valles y hondonadas. Estas estructuras tienen un relieve mesiforme, que no es sino una llanura preexistente que ha sido elevada por movimientos tectónicos o bien exhumadas por denudación planar. La misma superficie y escasa pendiente, favorece la acción de procesos de denudación planar o sea, los que tienen un efecto de despliegue de manto, sin embargo en los flancos de las mesas domina el proceso de disección (erosión), a costa de ir reduciendo el área de la superficie tabular. Puede estar presente la combinación de los procesos de denudación y erosión. En el trópico de la

Unidad Geomorfológica	Descripción
	superficie del relieve adquiere un arreglo de cúpulas multiconvexas aisladas.

Típicamente el carst se desarrolla en zonas húmedas sobre superficies de estructura tabular y/o subhorizontal, como el caso del pliegue acostado, pliegue encofrado o braquianticlinal, meseta y terraza estructural. Su origen está vinculado a los ciclos de la actividad disolutiva y erosiva que se identifican sobre un relieve negativo de fondo plano con extensos depósitos deluviales y eluviales, bajo los cuales puede haber cavidades con circulación vertical y horizontal (sistemas de cuevas) o en donde se dispone el nivel base de un horizonte impermeable. Cuando la planicie acumulativa es cubierta por extensos depósitos de terra rosa, arcillas no solubles de la caliza, pueden llegar a azolvar el nivel superficial debido al exceso de estos depósitos, deteniéndose el desarrollo de tales formas, incluso pueden formarse cuerpos de agua debido a la impermeabilidad de la terra-rosa que impide que el agua se siga infiltrando. De esta forma, un rasgo topográfico característico del SAR son las "aguadas", lagunas de aguas someras ordinariamente de pequeño tamaño que se forman a partir de cenotes antiguos que, por erosión, pierden la verticalidad de sus paredes y su fondo se va rellenando por el depósito de arcillas poco permeables, que lo elevan y terminan por colocarlo por encima del nivel de circulación de las aguas subterráneas.



Figura IV.17. La unidad de relieve cárstico acumulativo tiende a presentar características que lo predisponen a la inundación intermitente, es decir a la conformación de aguadas.

Riesgos geológicos

El SAR se ubica dentro de la Península de Yucatán, una zona que sísmicamente se encuentra dentro de la región A, una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, en donde no se han reportado sismos en los últimos 80 años que superen aceleraciones del suelo mayores al 10% de la gravedad. En esta zona aunque se han registrado temblores con intensidades de 4 a 7 grados según la escala de Mercalli, no se originan en la zona, pues la actividad tectónica es prácticamente nula. En lo que respecta

a movimientos de masa, es decir, a deslizamientos geológicos o de rocas son producto de la tectónica del lugar. En este caso, las capas geológicas tienen hasta 3,500 m de espesor (Formación Carrillo Puerto), lo que al conjuntarse con una actividad sísmica y una pendiente casi nula, resulta en la escasa probabilidad de que ocurran deslizamientos. En el caso de los derrumbes, estos pueden ocurrir de forma local, y pueden corresponder a un deslizamiento desarrollado a lo largo de una superficie de ruptura curva, originados por la caída del material que conforma los techos de las numerosas cavernas que se encuentran en la región, lo que da lugar a los cenotes. Cabe señalar que estas situaciones de riesgo pueden suceder ante los desmontes para abrir nuevas tierras agrícolas, pues se reblandecería la roca caliza y derrumbaría los techos de los ríos subterráneos y los cenotes. Un claro ejemplo de estos incidentes, fue el pequeño derrumbe que sufrió parte del techo del cenote de X'keken o Dzitnup, en Yucatán en el año 2003, o el derrumbe ocurrido durante la excavación para la instalación de una línea de agua potable en Ciudad Chemuyil, afectando al cenote Palomita, ambos fuera del SAR.

Edafología

En una región como la Península de Yucatán, los suelos presentan características diferentes a otras regiones del país; pues estos generalmente proceden de una base calcárea o de una mezcla compleja de partículas de roca madre desintegrada por el intemperismo.

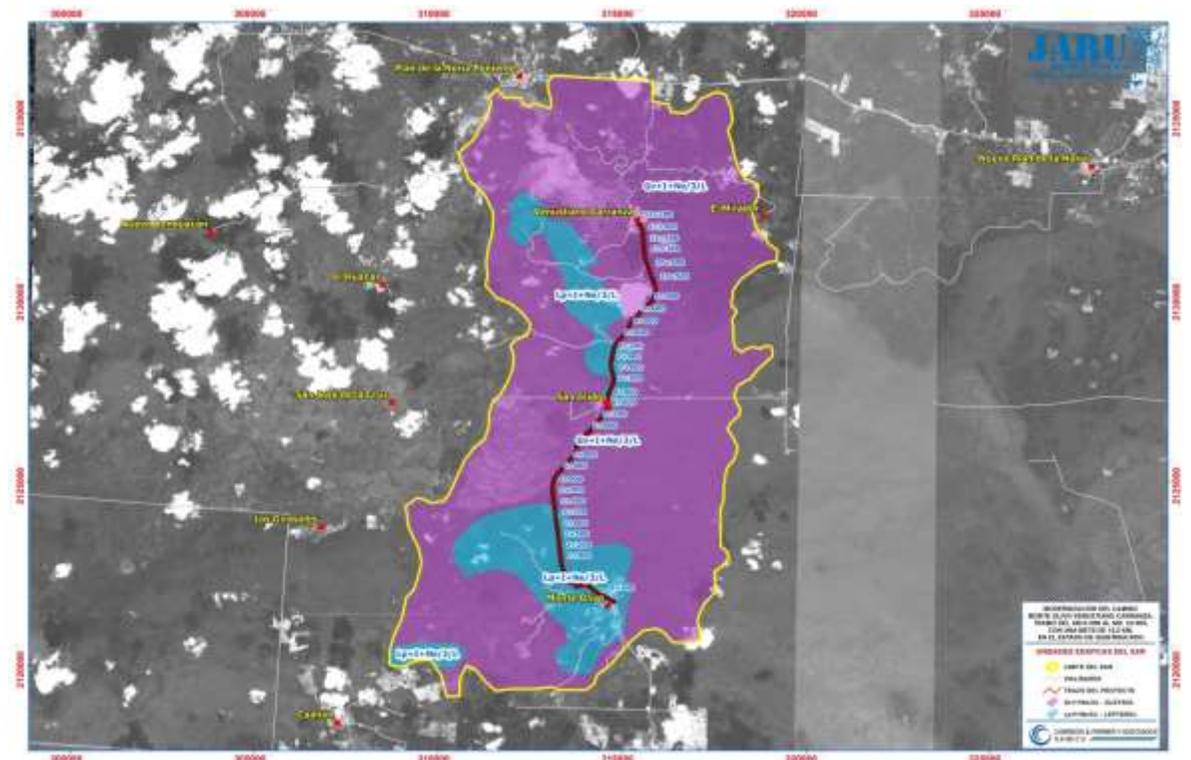


Figura IV.18. Distribución de las unidades edáficas que integran al SAR.

En este sentido, y con base a los estudios edafológicos realizados por Flores y Espejel en 1994, los suelos de la Península de Yucatán corresponden a los denominados aluviales y coluviales, debido a que se encuentran formados por depósitos de material producto del acarreo de las partes más altas de la roca cárstica. Se puede asegurar que estos suelos acumulados y poco evolucionados no son maduros en su mayoría. Los de las partes altas y los de las laderas cuentan con buen drenaje, e incluso el agua producto de la percolación ha favorecido la acumulación de elementos nutritivos en el delgado perfil de la roca.

En el SAR se identificaron dos unidades de suelo primario de acuerdo al sistema de clasificación FAO-UNESCO. En términos generales, los suelos (unidad dominante) tienen una distribución similar a la vegetación, siendo que originalmente el SAR conservaba dos comunidades vegetales de origen. En este caso, dentro del SAR se registra la presencia de un Gleysol vértico como suelo primario en asociación con Litosol de textura fina y fase lítica y de un Litosol (Leptosol lítico) como suelo primario de textura fina y fase lítica.

En el caso del Leptosol o Litosol se caracteriza por ser suelos delgados que descansan sobre la roca calcárea, con profundidades menores a 10 cm. El color es oscuro y son muy pedregosos. El drenaje es eficiente tanto superficial, como interno. La textura que presentan dentro del SAR es a fina en donde predominan las arcillas en más del 35% de su composición, estas le permiten al suelo almacenar elementos nutritivos en su delgada capa. Presentan solo horizontes A y C.



Figura IV.19. Suelos tipo Leptosol presentes en el SAR.

El Gleysol vértico se caracteriza por ser suelos medianamente profundos, de textura fina lo que confiere ese aspecto arcilloso, su alto contenido de arcilla los hace pesados y pegajosos cuando están húmedos y compactos y duros cuando están secos, esto dificulta su manejo. Presentan drenaje de moderado en los horizontes superficiales a bajo en los horizontes interiores, lo que los vuelve muy susceptibles a la inundación. Llegan a desarrollar horizontes A, B y C. No llegan a presentar problemas de erosión.



Figura IV.20. Los suelos de tipo Gleysol presentes en el SAR son muy susceptibles a la inundación, dado a su composición arcillosa.

Hidrología

La zona de interés, pertenece a la región hidrológica RH33, denominada Yucatán Este (Quintana Roo) y dentro de esta a la cuenca conocida como “Cuenca cerradas”. La cuenca a su vez se subdivide en cinco subcuencas; Nohabin, R. La Gloria y L. Noh, L. Chunyaxche y Varias, Xpechil – Felipe Carrillo Puerto –Chunhuhub –Ycactum y Becanchén – L. Chichancanab – Loché – Xkanhá. En este sentido, la zona de interés se encuentra dentro de la subcuenca denominada Xpechil – Felipe Carrillo Puerto – Chunhuhub –Ycactum, cuya clave es “c”. Esta subcuenca tiene una fluidez hacia suroeste descargándose en la Bahía de Chetumal.

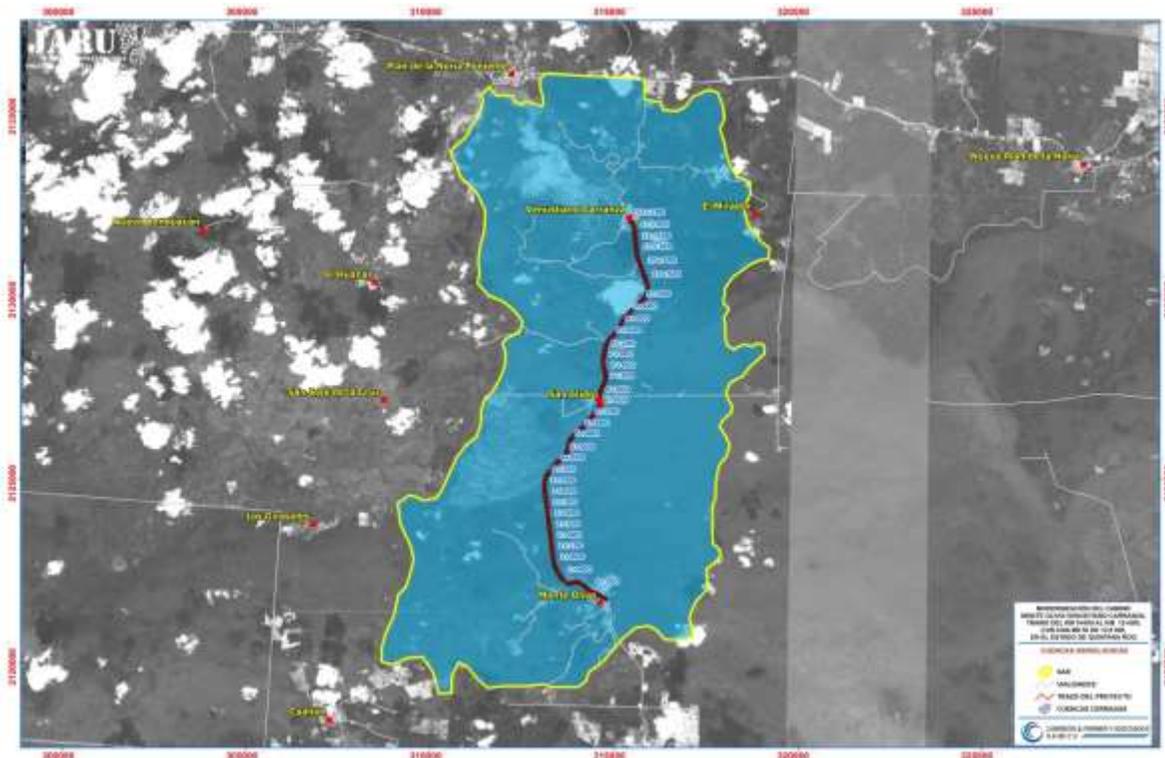


Figura IV.20. Cuenca sobre la que incide el SAR.

Dentro de esta cuenca se puede observar el relieve característico de la Península de Yucatán formado por pequeños lomeríos semirredondeados distribuidos en forma irregular y por otros alineados con orientación NE-SW limitados todos por zonas prácticamente planas y bajas.

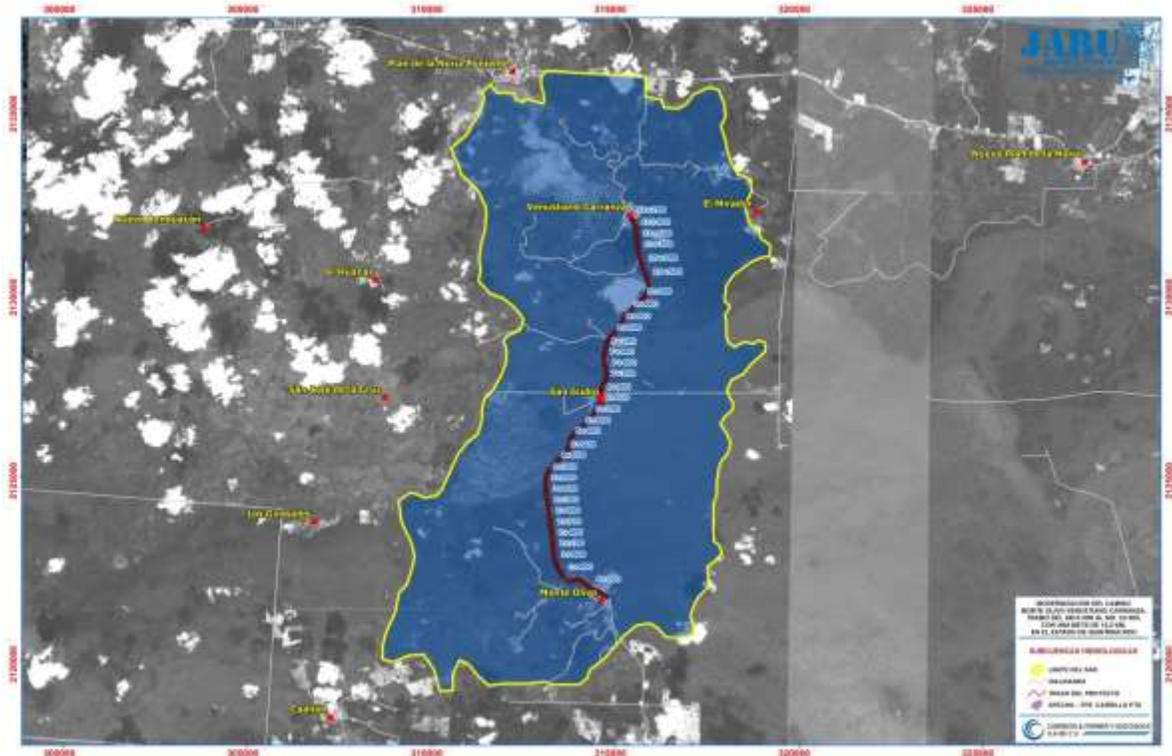


Figura IV.21. Subcuenca sobre la que incide el SAR.

Hidrología superficial

En cuanto a la Hidrología superficial, el sustrato del SAR está formado por rocas calizas que impide la formación de corrientes superficiales por su alta permeabilidad, por lo que se identificó la presencia de 14 escurrimientos intermitentes mismos que se benefician de ramales más pequeños que se originan en los lomeríos presentes en el Sistema.

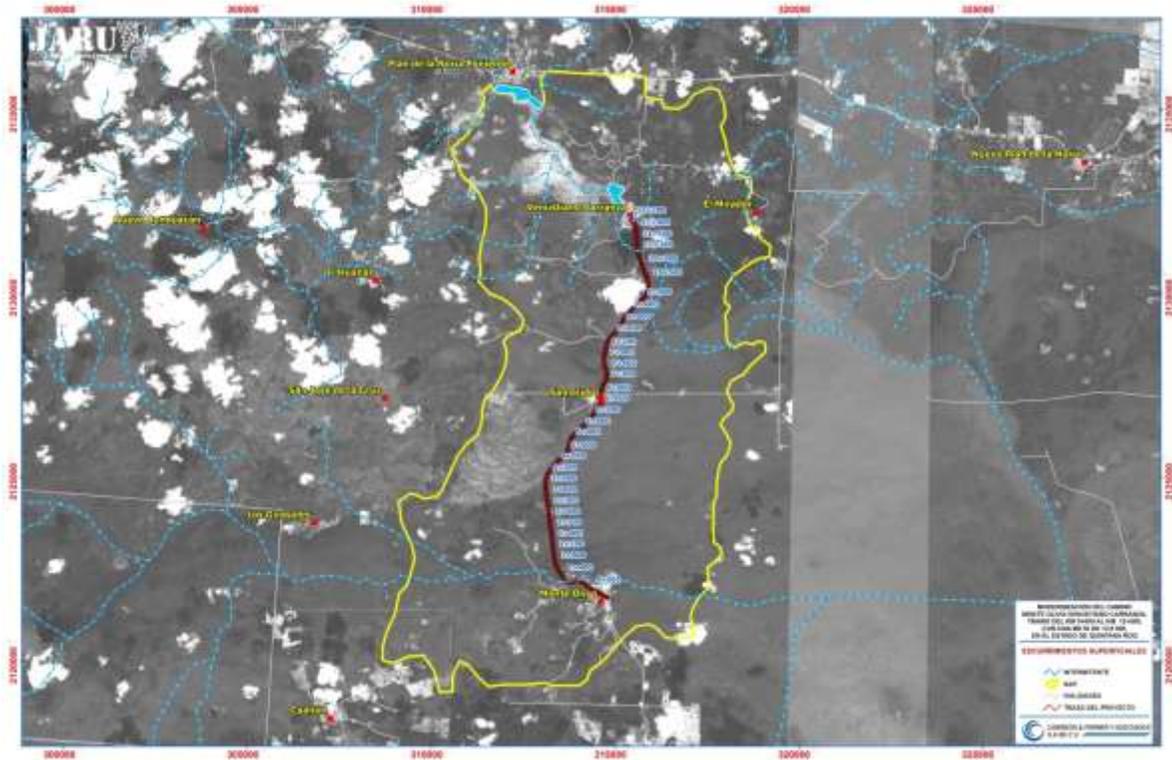


Figura IV.22. Esgurrimientos intermitentes presentes en el SAR.

De acuerdo al proyecto geométrico, tenemos que el trazo cruza por dos escurrimientos, el primer cruce se ubica en el Km 1+200 y el segundo se ubica en el Km 11+360.

Acuífero

Los acuíferos reciben una alimentación o recarga natural generada por la infiltración de la lluvia y de los escurrimientos superficiales que se generan en la cuenca, a este componente natural se agrega la recarga por la actividad humana, siendo la más significativa la producida por el desarrollo agrícola a través del riego con agua de los ríos generando una recarga incidental derivada de las pérdidas de riego. Por otro lado el bombeo de pozos en las cercanías de los cauces provoca el abatimiento de los niveles freáticos y con ello propicia una recarga inducida desde los cauces, que originalmente recibían parte de la descarga natural de los acuíferos.

Específicamente, el SAR delimitado para el proyecto se encuentra asentado sobre tres acuíferos, los cuales corresponden al acuífero Cerro y Valles, Payo y Península de Yucatán, no obstante se desconocen las características geohidrológicas de las primeras dos unidades.

Se sabe que el acuífero Península de Yucatán, se localiza en la porción sureste del país, abarca una superficie de 124,409 Km², comprendiendo totalmente al Estado de Yucatán y casi la totalidad de los estados de Campeche y Quintana Roo, con excepción de la porción sur centro de la Península, que corresponde a los acuíferos Cerros y Valles del Estado de Quintana Roo y Xpujil, del Estado de Campeche. El acuífero Península de

Yucatán, abarca totalmente los 106 municipios del Estado de Yucatán, en el estado de Campeche comprende los municipios Calkiní, Campeche, Candelaria, Carmen, Champotón, Escárcega, Hecelchakán, Hopelchén, Palizada y Tenabo, así como la porción occidental del Municipio de Calakmul. En el estado de Quintana Roo abarca totalmente los municipios de Benito Juárez, la porción continental de Cozumel, Isla Mujeres, Lázaro Cárdenas, Tulum, Solidaridad, Bacalar, así como la porción oriental de los municipios de Othón P. Blanco y Felipe Carrillo Puerto; además de una muy pequeña porción del Municipio de José María Morelos.

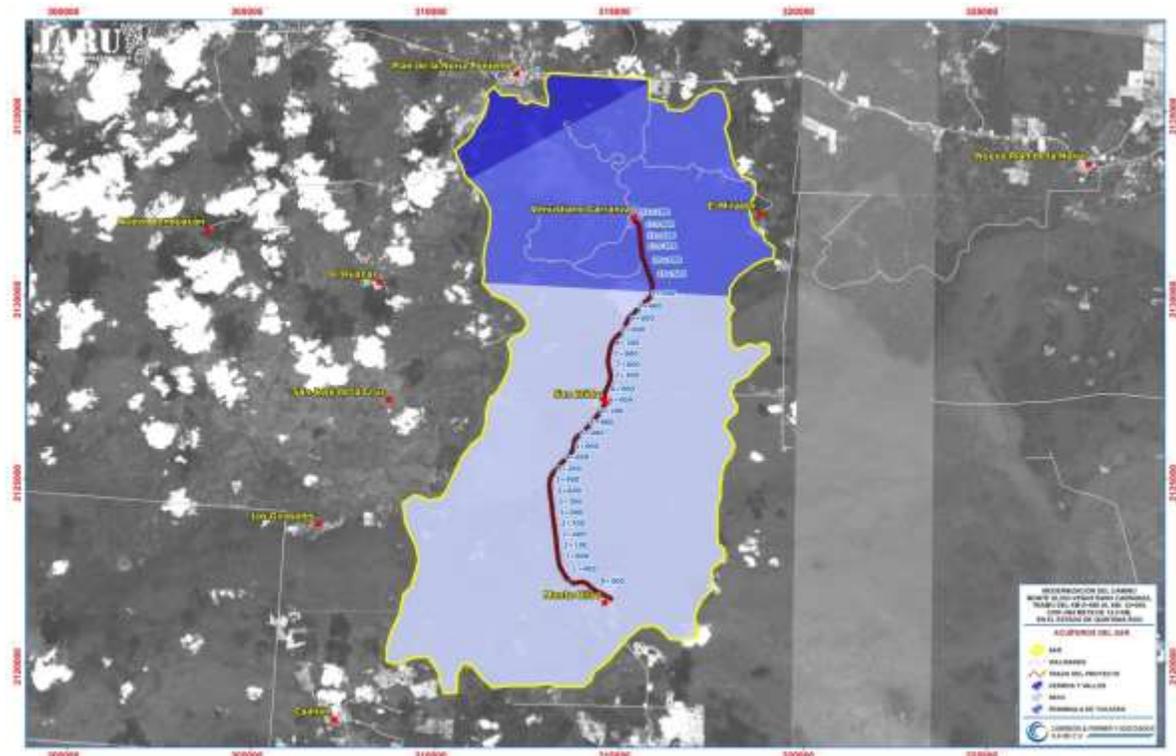


Figura IV.23. Distribución de los Acuíferos dentro del SAR.

El acuífero Península de Yucatán está formado por calizas y depósitos de litoral. Se trata de un acuífero libre, costero, kárstico, muy permeable y notablemente heterogéneo con respecto a sus propiedades hidráulicas. Debido a la presencia de la cuña de agua marina que subyace al acuífero, el espesor saturado de agua dulce es reducido, de aproximadamente 30 metros, aunque se incrementa hacia tierra adentro. Las rocas calizas constituidas por conchas y esqueletos de organismos se caracterizan por poseer altos valores de porosidad y permeabilidad primarias, es decir, la que se originó con la sedimentación o formación de la roca, mientras que los estratos de caliza masiva presentan baja porosidad y permeabilidad primarias. A través del tiempo, estas características originales han sido notablemente modificadas por fracturamiento, disolución y abrasión, dando lugar a la porosidad y permeabilidad secundaria elevadas y cuya distribución es muy irregular, tanto en sentido horizontal, como vertical a causa del errático curso y variado tamaño de los conductos. Presenta un

notable desarrollo kárstico, al que se debe su gran permeabilidad secundaria, con espectaculares manifestaciones en la superficie como cenotes y dolinas de gran tamaño, cuya alineación está asociada a debilidades estructurales. En el área de lomeríos, la red de drenaje subterráneo está menos desarrollada. La elevada precipitación pluvial, la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica favorecen la recarga del acuífero Península de Yucatán. La recarga es más abundante en la llanura, gracias a que la cobertura del suelo es muy delgada y al gran desarrollo kárstico superficial de las rocas calcáreas, factores que permiten la infiltración casi total del agua de lluvia; mientras que la recarga es comparativamente menor en el área de lomeríos, donde la caliza está cubierta por una capa de suelo arcilloso que obstaculiza la infiltración.

La descarga natural del acuífero está integrada por la transpiración de la vegetación, por la evaporación de agua freática que aflora en los cenotes y por el flujo subterráneo que escapa al mar a lo largo de la costa. Tales condiciones de descarga han persistido casi inalteradas hasta la fecha, debido a que la explotación del acuífero no ha modificado significativamente la posición natural de los niveles del agua subterránea, a pesar de que el acuífero se explota a través de varios miles de alumbraamientos. Por ello, en general los ecosistemas vinculados con el agua subterránea no han sido afectados ni modificados.

La profundidad del nivel de agua subterránea, medida desde la superficie del terreno, está controlada por la topografía y aumenta gradualmente de la costa hacia tierra adentro, desde algunos centímetros en las proximidades de la costa, hasta más de 120 metros en el área alta de lomeríos. La profundidad al nivel de saturación del agua subterránea es menor a 5 metros dentro de una faja costera de 15 a 40 kilómetros de ancho a partir del litoral, de 5 a 30 metros en el resto de la llanura y de más de 30 en el área de lomeríos. A pesar del gran número de captaciones existentes, la dirección de flujo del agua subterránea no ha sido notablemente modificada en el acuífero Península de Yucatán, clave 3105, pues no se aprecian conos de abatimiento ni variaciones significativas de la elevación de los niveles del agua; esto se debe por una parte a que el volumen de agua extraído del subsuelo es relativamente pequeño en comparación con la recarga y por otra a que los efectos del bombeo se dispersan rápidamente gracias a la gran conductividad hidráulica del acuífero. El movimiento del agua subterránea en el subsuelo está controlado por las estructuras geológicas y, en general, ocurre en dirección hacia la costa, y descarga hacia el mar a todo lo largo del litoral. Existen fluctuaciones estacionales en el nivel del agua subterránea; sin embargo, no se descarta la posibilidad de que en las zonas de mayor concentración de pozos, se estén originando abatimientos progresivos, como podría ser el caso del área donde se encuentra la batería de pozos que abastece a la ciudad de Mérida.

En la superficie que comprende el acuífero existen varios miles de captaciones de agua subterránea, ya que ésta es la única fuente de abastecimiento para todos los usos en la región. El volumen de extracción total asciende a 1,313.3 millones de metros cúbicos anuales. Del total de la extracción, 816.06 millones de metros cúbicos, que corresponde al 62.1 por ciento se destinan al uso agrícola, 432.14 millones de metros cúbicos, que corresponde al 32.9 por ciento para abastecimiento público urbano, 52.17 millones de metros cúbicos, que representa el 4 por ciento para uso industrial y 12.98 millones de metros cúbicos, es decir, sólo el 1 por ciento para uso doméstico y de abrevadero.

La salinidad total del agua subterránea se incrementa a lo largo del patrón de flujo desde tierra adentro y hacia la costa. La calidad del agua subterránea es el factor que limita el aprovechamiento del acuífero, especialmente en la zona costera, ya que el riesgo de provocar el ascenso del agua salada subyacente, impone severa restricción a los abatimientos permisibles en los pozos y por tanto a sus caudales de extracción. Dentro del área ocupada por la cuña de agua marina, la influencia de las mareas y el movimiento de la superficie del agua subterránea, da lugar a la formación de una zona de mezcla que contiene agua con mayor salinidad, cuya amplitud aumenta hacia el litoral y que en la faja costera reduce en varios metros el espesor de agua de calidad aprovechable. La operación de las captaciones provoca el ascenso de agua salobre contenida en esa zona de mezcla, pudiendo aumentar con ello la salinidad del agua subterránea hasta altas concentraciones, que rebasen el límite máximo permisible para consumo humano. En la porción costera del acuífero, este fenómeno inutiliza, temporal o permanentemente, a los pozos que no son adecuadamente diseñados y operados, considerando el reducido espesor de agua dulce. De acuerdo con los perfiles de salinidad y la información geofísica obtenidos, se estableció que la zona de captación de agua dulce tiene un espesor promedio de 30 metros.

Las condiciones hidrogeológicas del acuífero propician la contaminación del agua subterránea, ya que por un lado las oquedades del terreno kárstico de alta permeabilidad y por otro lado la ausencia de un medio poroso que sirva de material filtrante y la escasa profundidad del nivel del agua subterránea, facilitan el acceso de los contaminantes al subsuelo y su rápida propagación en el acuífero.

De esta forma, el acuífero es sumamente vulnerable a la contaminación, es decir, por sus características, es muy susceptible a ser adversamente afectado por contaminantes que causen cambios químicos, físicos o biológicos y que consecuentemente las concentraciones de distintos parámetros rebasen los límites máximos permisibles para consumo humano establecidos en la Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 "Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización". La vulnerabilidad a la contaminación está dada por la facilidad de acceso de los contaminantes por tratarse de un acuífero libre y kárstico de muy alta conductividad hidráulica, tanto en la zona no saturada, como en la zona saturada, así como por la poca profundidad del nivel de agua subterránea, por lo que se determina que la vulnerabilidad a la contaminación del acuífero es en general extremadamente alta, como es el caso determinado en las zonas específicas de los municipios de Benito Juárez, Isla Mujeres, Tulum, Solidaridad, en el Estado de Quintana Roo y en la Zona Metropolitana de Mérida, en el Estado de Yucatán.

Por lo tanto, el principal foco de contaminación al agua subterránea en el acuífero Península de Yucatán, clave 3105, es la falta de sistemas de alcantarillado sanitario, así como las bajas eficiencias de las actuales plantas de tratamiento. En la superficie del acuífero existen otras fuentes potenciales de contaminación puntual como granjas, en las que se vierte al subsuelo el estiércol de los animales, ranchos, basureros, panteones, descargas de aguas residuales industriales, gasolineras y gaseras; así como fuentes de contaminación difusa que abarcan áreas más extensas, como zonas con carencia de drenaje y viveros en los que se utilizan intensivamente fertilizantes y se vierten sin control al subsuelo los excedentes de riego.

De acuerdo con la Secretaría de Salud, el Estado de Yucatán presenta la incidencia más alta de enfermedades gastrointestinales a escala nacional, mientras que los estados de Campeche y Quintana Roo reportan tasas de incidencia superiores al promedio nacional; las enfermedades parasitarias son el principal problema de salud pública de origen hídrico, a causa de altos niveles de contaminación bacteriana. Por lo que es indispensable establecer una política preventiva que considere acciones para controlar la contaminación puntual y difusa del agua subterránea y preservar su calidad, lo que se reflejará de manera directa en la salud pública de la población. Con el objeto de controlar, regular o, en su caso, limitar el desarrollo de actividades potencialmente contaminantes que pongan en riesgo la calidad del agua subterránea, es necesario establecer áreas de protección a la contaminación y zonas de reserva para el abastecimiento de agua potable para los principales centros urbanos de la Península de Yucatán.

La recarga total del acuífero es de 21,830.4 millones de metros cúbicos anuales, integrada por 1,462.29 millones de metros cúbicos anuales de entradas por flujo subterráneo y 20,350.85 millones de metros cúbicos anuales por recarga vertical proveniente del agua de lluvia. La salida subterránea hacia el mar se estimó en 19,121.2 millones de metros cúbicos anuales, la descarga hacia el Río Hondo se estima en 1,395.9 millones de metros cúbicos anuales y la extracción de agua subterránea es de 1,313.3 millones de metros cúbicos anuales. El cambio de almacenamiento del acuífero es nulo. Finalmente, considerando que tiene una recarga media anual de 21,813.4 millones de metros cúbicos anuales; una descarga natural comprometida de 14,542.2 millones de metros cúbicos anuales y un volumen concesionado de 2,265.595234 millones de metros cúbicos anuales, el acuífero presenta una disponibilidad media anual de agua subterránea de 5,5005.604766 millones de metros cúbicos anuales.

Recarga del acuífero

Para la recarga del acuífero se aplicó la metodología descrita por la NOM-011-CNA-2000 y el manual de Evaluación de los recursos hídricos (IMTA, 2006), que plantea el cálculo del escurrimiento superficial, la evaporación y la recarga.

La recarga natural del acuífero es originada principalmente por infiltración de la lluvia y del escurrimiento superficial. Las áreas receptoras más importantes se localizan en las partes altas del sistema, donde la precipitación pluvial es mayor y existen extensos afloramientos de rocas fracturadas. La recarga efectiva del acuífero es algo menor que el volumen infiltrado, ya que una parte de ésta puede ser retenido en la zona baja del SAR, donde gran parte del agua infiltrada queda retenida en los primeros metros de relleno, para después evaporarse sin aportar recarga efectiva al acuífero.

La región donde se asienta el proyecto presenta una circulación de agua subterránea abundante, debido a las elevadas precipitaciones y alta permeabilidad de la superficie cárstica. De esta forma, la recarga de acuíferos ocurre principalmente en la región Centro-Sureste y en la porción Noroeste, esto a través de los volúmenes infiltrados y los flujos subterráneos se convierten en descargas hacia el mar.

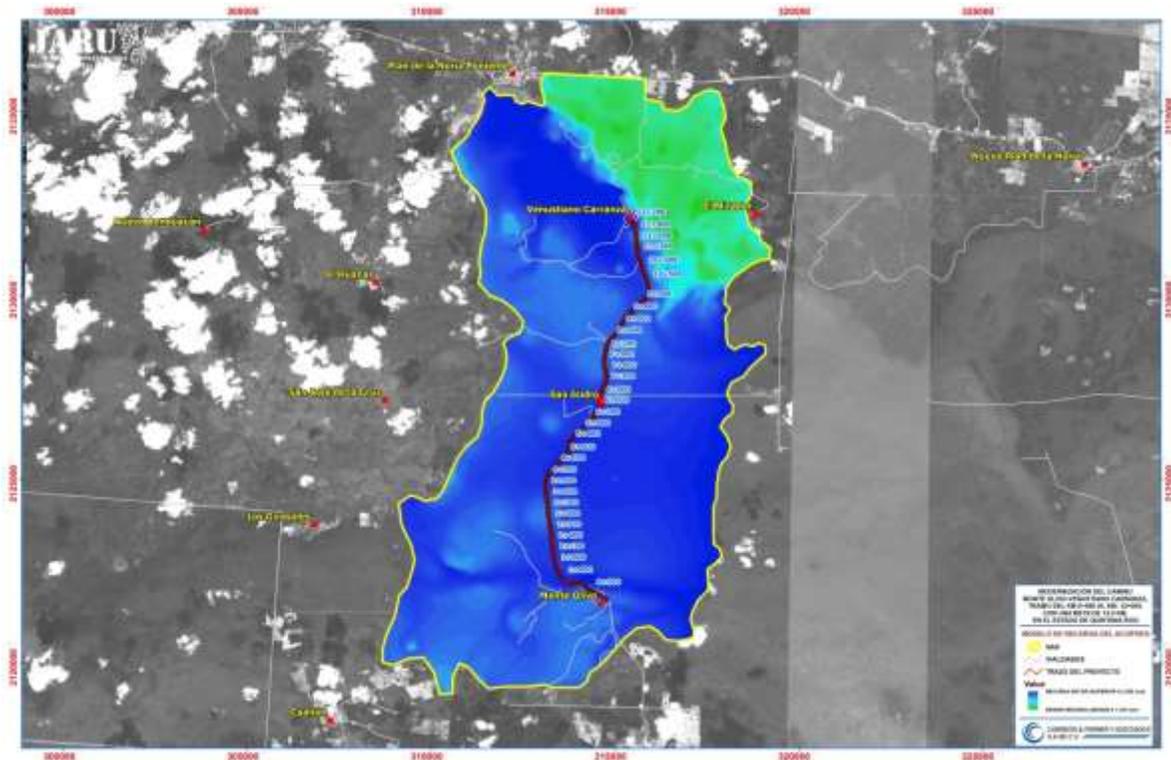


Figura IV.23. Modelo de Recarga del Acuífero.

IV.2.2. Medio Biótico

Vegetación

El SAR se localiza dentro la provincia fitogeográfica de la Península de Yucatán; de acuerdo con Rzedowski (2006) la provincia fitogeográfica de la Península de Yucatán, los límites meridionales no se pueden determinar con exactitud, pero comprende la totalidad de la Península, una parte de Belice y el Peten de Guatemala. El clima es cálido y húmedo en la parte Sur de la Península y existe un gradiente de aumento de sequedad en la dirección Sureste-Noroeste. La vegetación consiste primordialmente de bosques tropicales caducifolios, subcaducifolios y subperennifolios. La flora presenta una gran similitud con la provincia de la Costa del Golfo de México, destacando un número considerable de endemismos, y además, sus relaciones con las antillas son más acentuadas que en cualquier otra parte de la República, también es notable el empobrecimiento de la flora hacia Noroeste. Los géneros de plantas vasculares solo conocidos en la Península de Yucatán son los siguientes: Asemnanthe, Beltrania, Goldmanella, Harleya, Plagiolophus.

Uso de Suelo y Vegetación presente en el Sistema Ambiental Regional

A la forma en la que se emplea un terreno y su cubierta vegetal se le conoce como “Uso del suelo”. Su evaluación más reciente en nuestro país corresponde a la Carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie IV (escala 1: 250 000), elaborada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y que describe la vegetación existente en el año 2007. De

acuerdo al Uso de Suelo y Vegetación del INEGI, en el SAR se distribuyen 6 usos de suelo de los que 2 asociaciones vegetales consideradas primarias y de estas derivan sus correspondientes estados de sucesión (con elementos arbustivos y arbóreos secundarios) mismos que son catalogados como forestales; el resto de los usos de suelo son superficies modificadas en su totalidad por acciones de las actividades humanas.

Para la generación del Uso de Suelo del SAR; se procedió a realizar recorridos de prospección y posteriormente, con los datos tomados por el equipo de flora, se georeferenciaron los sitios de muestreo y los datos obtenidos en la prospección; estos datos permitieron armar una malla y con ello jerarquizar las principales dominancias. Estos puntos de control se procesaron a través del sistema de información geográfica y posteriormente a través de firmas espectrales la imagen de satélite donde se asignaron los principales usos de suelo identificados en la región durante los muestreos de campo.

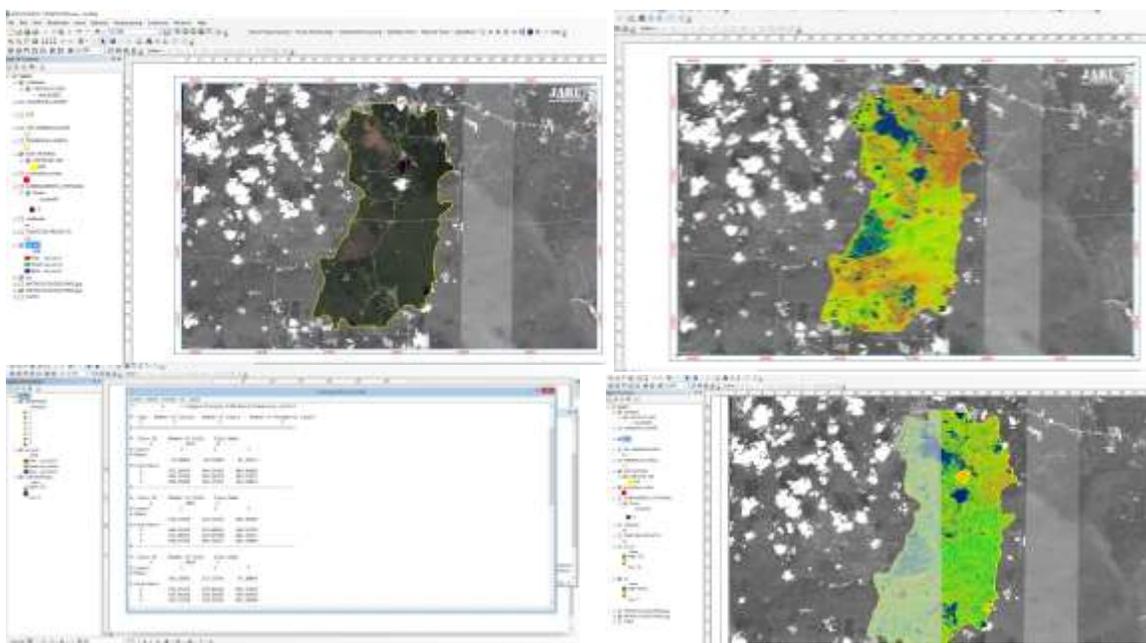


Figura IV.24. Procesamiento de las firmas espectrales de la imagen de satélite a través del método supervisado.

Tabla IV.7. Uso de Suelo y Vegetación del SAR reclasificado.

Uso de Suelo y Vegetación	Superficie (Ha)	% respecto del SAR
Areas Agricolas	797.31 Ha	6.97 %
Asentamientos Humanos	49.93 Ha	0.44 %
Cuerpo de agua	18.48 Ha	0.16 %
Pastizal	34.03 Ha	0.30 %
Selva Baja Caducifolia Inundable	6,328.59 Ha	55.34 %

Uso de Suelo y Vegetación	Superficie (Ha)	% respecto del SAR
Sin vegetacion aparente	9.69 Ha	0.08 %
Selva Mediana Subperennifolia Conservada	312.31 Ha	2.73 %
Selva Mediana Subperennifolia medianamente conservada	850.21 Ha	7.44 %
Selva Mediana Subperennifolia perturbada	2,006.78 Ha	17.55 %
Zona Inundable	1,027.69 Ha	8.99 %
Total	11,435 Ha	100.00%

Como resultado del procesamiento de la imagen, se obtuvieron más 46,706 polígonos con un área promedio de 2,500 m². Posteriormente se procedió a realizar la separación de cada una de los grupos identificados y con ello se a la asignación de los tipos de vegetación registrados en campo. Como resultado tenemos siete tipos de uso de suelo dominante en la región; entre los que destaca la selva baja caducifolia y la vegetación secundaria de dicho tipo de vegetación.

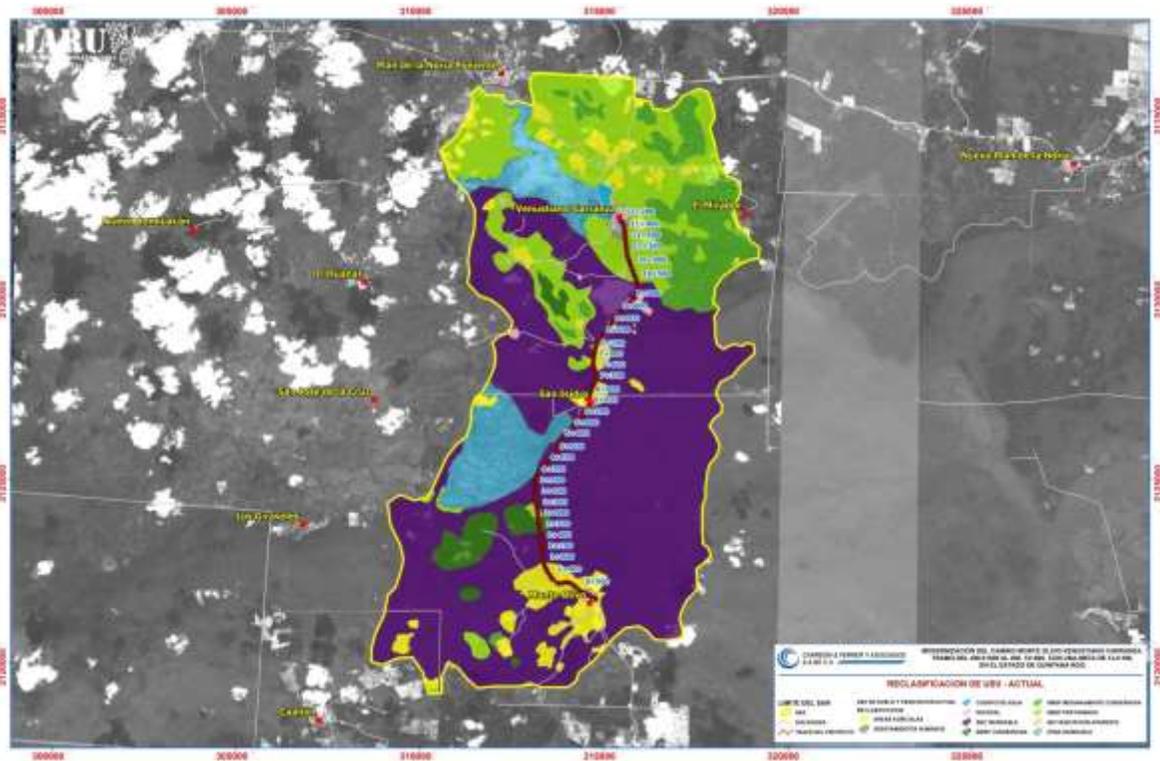


Figura IV.25. Cartas de Uso del Suelo y Vegetación, reclasificada.

Metodología

La metodología utilizada para realizar el análisis de la vegetación del Sistema Ambiental Regional, se agrupo en trabajo de gabinete y de campo, siguiendo la metodología que se menciona a continuación:

- 1) Trabajos de gabinete. - Inicialmente se recopiló y consultó la bibliografía disponible sobre las características bióticas y abióticas de la región, así como de la vegetación y alguna otra información de interés. Mediante la búsqueda de información en literatura especializada, se analizaron los datos sobre la distribución o presencia de especies, su localización, así como la composición florística de los diversos ecosistemas, con la finalidad de identificar y definir que especies se consideran en algún “estatus”, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además, para apoyar lo anterior, se utilizó la cartografía disponible permitiendo delimitar con precisión la zona de estudio, mediante el uso de geoposicionadores (GPS Garmin), cartografía digital y ortofotos. Se ubicaron los poblados, caminos y tipos de vegetación dentro del Sistema Ambiental. Se utilizó la cartografía y nomenclatura empleada por el INEGI y CONABIO. Se ubicaron puntos de muestreo dentro del SAR, determinando sus coordenadas geográficas, para que la brigada de campo pudiera acceder a ellos mediante el apoyo de un GPS.
- 2) Trabajo de campo.- Se realizaron recorridos de campo con la finalidad de verificar los tipos de vegetación y usos de suelo presentes en el Sistema Ambiental Regional y compararlos con la cartografía de INEGI y CONABIO. Se centró la atención en los fragmentos mejor conservados, así como en aquellos lugares donde se consideró que probablemente exista mayor afectación derivada del desarrollo del proyecto. Se obtuvo un registro fotográfico de las especies y ecosistemas característicos de la región y de interés para este estudio, considerando particularmente especies que se encuentren incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como a las de interés comercial, cultural, médico, etc. En el muestreo de la vegetación, en el área de influencia del proyecto, se consideraron en aquellos sitios que contienen la vegetación mejor conservada, aunque sólo sea de manera relictual o vegetación secundaria, donde se ha modificado el uso del suelo. Posteriormente se formó una brigada de campo, que conforme a un programa de trabajo, ubicaron los sitios de muestreo, con la finalidad de situar los puntos señalados anteriormente, así como para indicar y registrar la presencia de especies y su abundancia. Se realizó el control de las actividades a través de bitácora y formatos de campo. Se identificaron taxonómicamente las especies vegetales en el sistema ambiental representadas en el anexo de vegetación. El muestreo de la vegetación se efectuó a lo largo del trazo del proyecto y en el Sistema Ambiental Regional. Se realizaron 20 cuadrantes de 10x10 m (2,000 m²) en el SAR, mientras que en cada una de las rectificaciones del trazo se realizaron transectos sobre la superficie de afectación de cada uno de estos.

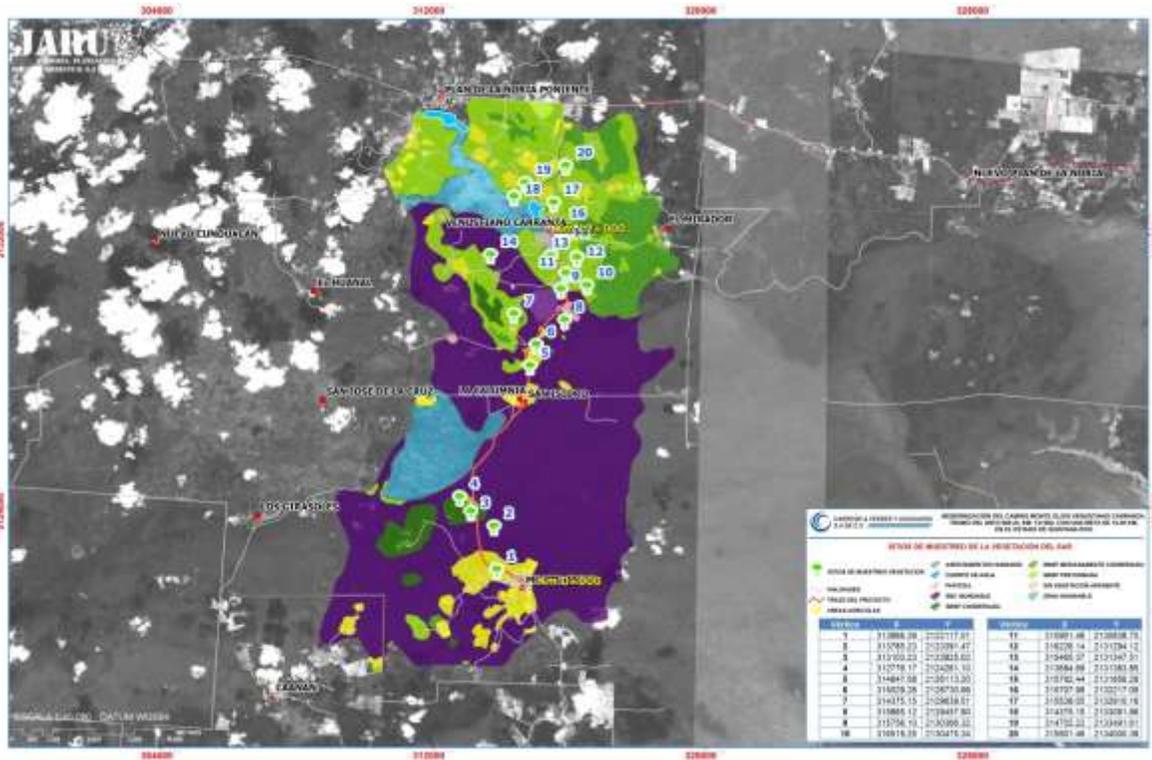


Figura IV.26. Ubicación de los puntos de muestreo.

Tabla IV.8. Ubicación de los sitios de muestreo de la vegetación

Vertice	X	Y
1	313866.39	2122117.01
2	313785.23	2123391.47
3	313103.23	2123825.02
4	312776.17	2124261.10
5	314847.58	2128113.20
6	315029.28	2128730.99
7	314375.15	2129639.51
8	315865.12	2129457.80
9	315756.10	2130366.32
10	316519.25	2130475.34
11	315901.46	2130838.75
12	316226.14	2131294.12
13	315465.37	2131347.51
14	313684.68	2131383.85

Vértice	X	Y
15	315792.44	2131856.28
16	315707.98	2132217.09
17	315538.05	2132910.16
18	314375.15	2133091.86
19	314702.22	2133491.61
20	315901.46	2134000.38

Análisis de los datos

Para evaluar la diversidad de los diferentes tipos de comunidades vegetales se utilizó el índice de Shannon-Wiener ha sido utilizado en ecología y otras ciencias como indicador de biodiversidad (Moreno, 2000), debido a que este índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies) y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia) y se expresa con la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

Dónde:

S= número de especies (la riqueza de especies)

p_i = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): n_i/N

n_i = número de individuos de la especie i

N = número de todos los individuos de todas las especies

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia). A mayor valor de H' mayor diversidad de especies.

Para medir la riqueza específica de las comunidades vegetales se utilizó el índice de diversidad de Margalef, es utilizado para estimar la biodiversidad de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada., se expresa con la siguiente fórmula:

$$DMg = (s-1)/\ln N$$

Se obtuvo la densidad relativa, que mide el número de ejemplares por una unidad muestral, no guarda una relación directa con el área. Para obtener la diversidad relativa se utilizó la fórmula:

$$\frac{\text{Densidad absoluta por cada especie}}{\text{Densidad absoluta de todas las especies}} \times 100$$

La densidad relativa nos permite identificar cuál especie es la que está dando la mayor estructura a la comunidad.

Descripción de los tipos de vegetación y resultados de los análisis de muestreo.

El tipo de ecosistema correspondiente a la zona de estudio, conforme a la carta de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI corresponde a los ecosistemas de selva baja caducifolia, selva mediana subperennifolia y sabana que en términos generales se encuentra en buenas condiciones de conservación. A continuación se presentan las asociaciones vegetales con sus indicadores de estado; se discute su estado de conservación en base a ellos.

Selva Mediana Subperennifolia (SMSP)

La SMSP que se distribuye en el SAR en sus tres estadios sucesionales, ocupan un área conjunta de 4,058.00 Ha que corresponde al 35.49% del SAR. La SMSP del SAR pertenece a la provincia florística de Yucatán, esta provincia tiene su máxima afinidad con el norte de Centroamérica, debido a que el basamento tiene su origen del levantamiento del fondo coralino que emergió a finales del Mioceno cuando chocaron las placas centroamericana con la norteamericana. La zona es llana por lo que no hay variaciones florísticas por posición en el relieve y el tipo de suelo es muy similar y sus diferencias se deben a la presencia o no de agua y a la acumulación de la arcilla terra rossa por el proceso de la dolinización.

La SMSP del SAR se ubica en un relieve cárstico sobre cuencas arreicas, por ello es que los valores florísticos únicamente cambian por la alteración humana y el tiempo que ha pasado desde su desmonte. Si el SAR no hubiera sufrido alteraciones humanas todo sería un macizo de selva mediana subperennifolia con los mismo valores florísticos e indicadores; solo interrumpido por la vegetación inundable (selva baja caducifolia inundable). Desgraciadamente, por la cercanía de la suburbana de Plan de La Noria y Venustiano Carranza ha habido a lo largo del tiempo desmontes por roza, tumba y quema y/o talas selectivas (como combustible); se utiliza el terreno máximo 3 años y se abandona con el fin de que recupere su fertilidad y se abre una nueva área de desmonte; es por ello que todo alrededor de estas comunidades no se distribuye selva conservada sino solo selva perturbada en 2 estadios sucesionales; sobre estas asociaciones sucesionales es que se modernizara el camino.

La Selva Media Subperennifolia (SMSP) se caracteriza porque entre el 50 al 75% de las especies que la conforman eliminan sus hojas en la época seca del año. Esta vegetación presentará varios estratos entre los 6.00 y 20.00 m de altura. En la Península de Yucatán se presenta en climas cálidos subhúmedos con lluvias en verano, la precipitación pluvial

anual oscila entre 1,000 y 1,300 mm y la temperatura media anual es de 20 a 25°C (Souza y Téllez, 1982). A pesar de que existe una época muy definida sin lluvias de fines de noviembre a principios de mayo, es importante hacer notar que durante la época seca la precipitación alcanza hasta 191 mm al año, lo cual, contribuye a que esta comunidad se desarrolle. El tipo de suelo en el que se establece, es leptosol que se caracteriza por ser calizo, somero, con gran cantidad de roca aflorante, con una pequeña capa de materia orgánica formada por la gran cantidad de hojas que dejan caer los árboles; suele ser más profundo que donde se desarrollan los tipos caducifolios y subcaducifolios, sobre un basamento menos permeable que los otros casos. Además presentan un elevado grado de humedad debido a la cercanía a las zonas inundables que se encuentran en las inmediaciones del SAR.

En la Península de Yucatán la especie más importante del estrato arbóreo de esta comunidad es el ya' o chicozapote (*Manilkara sapota*), una de las especies arbóreas más frecuentes y dominantes así como de las más altas y con follaje perennifolio. Otra especie tanto abundante como dominante es el oxo ramón (*Brosimum alicastrum*) que estuvo muy ligado al desarrollo cultural de los mayas. Se piensa que lo cultivaban para uso múltiple aprovechando la madera, fruta, hojas, látex y raíz. Otras especies frecuentes en el estrato más alto son: *Bucida buceras*, *Pimenta dioica*, *Alseis yucatanensis*, *Vitex gaumeri*, *Chlorophora tinctoria*, *Talisia olivaeformis*, *Exothea diphylla*, *Sabal morrisiana*, *Sickingia salvadorensis*, *Sideroxylon gaumeri*, *Cordia dodecandra*, *Ceiba petandra*, *Tabebuia pentaphylla*, *Lonchocarpus castilloi*, *Platymiscium yucatanum*, *Sweetia panamensis*, *Swietenia macrophylla*, *Spondias mombin*, y *Brosimum alicastrum* (Rzedowsky, 2006). En el estado de Quintana Roo abundan: *Thrinax radiata*, *Nectandra coriaceae*, *Nectandra salicifolia*, *Byrsonima bucidaefolia*, *Coccoloba sp.* y *Caesalpinia gaumeri*.

En el SAR se identificaron 3 estados de conservación de la SMSP 1) SMSC conservada, 2) SMSP con vegetación secundaria arbustiva y 3) SMSP con vegetación secundaria arbustiva; a continuación se dan los valores florísticos de sus componentes; con los valores de sus indicadores de conservación obtenidos, se discute su estado de conservación, posteriormente estos datos servirán para el diagnóstico del SAR.

Para este tipo de comunidad se registraron 48 especies de 43 géneros pertenecientes a 26 familias, siendo las más representativas Polypodiaceae, Fabaceae, Sapotaceae. En la Tabla IV.8 se presenta un listado general de las especies encontradas en esta comunidad, en los apartados siguientes se describirá esta comunidad por estrato.

Tabla IV.9. Listado de las especies registradas dentro de los muestreos realizados para la Selva mediana subperennifolia.

Familia	Especie	Nombre común	Forma de vida	NOM-059-SEMARNAT2010
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	Kulinche	Árbol	A
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechen negro	Árbol	
Apocynaceae	<i>Plumeria obtusa</i>	Flor de mayo	Arbusto	
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Palma chit	Arbusto	A
Aspleniaceae	<i>Asplenium hoffmannii</i>	Helecho	Herbácea	
Aspleniaceae	<i>Asplenium pumilum</i>	Helecho	Herbácea	

Familia	Especie	Nombre común	Forma de vida	NOM-059-SEMARNAT2010
Aspleniaceae	<i>Asplenium serratum</i>	Helecho	Herbácea	A
Blechnaceae	<i>Blechnum serrulatum</i>	Helecho	Herbácea	
Bombacaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Pochote	Árbol	
Boraginaceae	<i>Cordia dodecandra</i>	Siricote	Árbol	
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chacah	Árbol	
Cecropiaceae	<i>Cecropia peltata</i>	Guarumbo	Árbol	
Combretaceae	<i>Bucida buceras</i>	Puké o pukjté	Árbol	
Cycadaceae	<i>Zamia loddigesii</i>	Palmita	Arbusto	A
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium caudatum</i>	Helecho	Herbácea	
Euphorbiaceae	<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulek	Árbol	
Fabaceae	<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	Árbol	
Fabaceae	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	Árbol	
Fabaceae	<i>Pithecellobium mangense</i>	Verde lucero	Árbol	
Fabaceae	<i>Piscidia piscipula</i>	Habin	Árbol	
Fabaceae	<i>Platymiscium yucatanum</i>	Granadillo	Árbol	P
Fabaceae	<i>Caesalpinia mollis</i>	Chakté	Árbol	
Fabaceae	<i>Pithecellobium stevensonii</i>	Cacaoche	Arbusto	
Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'axnic	Árbol	
Lauraceae	<i>Nectandra coriacea</i>	Laurelilo	Árbol	
Licopodiaceae	<i>Huperzia taxifolia</i>	Helecho	Herbácea	
Malvaceae	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Amapola	Árbol	
Malvaceae	<i>Carpodiptera floribunda</i>	Griseb	Árbol	
Malvaceae	<i>Malva viscus arboreus</i>	Tulipancillo	Arbusto	
Marsileaceae	<i>Marsilea vestita</i>	Helecho	Herbácea	
Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba	Árbol	
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón	Árbol	
Polygonaceae	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Sakloop	Árbol	
Polygonaceae	<i>Coccoloba spicata</i>	Bob	Árbol	
Polypodiaceae	<i>Polypodium polypodioides</i>	Helecho	Herbácea	

Familia	Especie	Nombre común	Forma de vida	NOM-059-SEMARNAT2010
Polypodiaceae	<i>Phlebodium decumanum</i>	Helecho	Herbácea	
Polypodiaceae	<i>Serpocaulon triseriale</i>	Helecho	Herbácea	
Polypodiaceae	<i>Pecluma dispersa</i>	Helecho	Herbácea	
Polypodiaceae	<i>Microgramma nitida</i>	Helecho	Herbácea	
Polypodiaceae	<i>Campyloneurum phyllitidis</i>	Helecho	Herbácea	A
Rubiaceae	<i>Alseis yucatanensis</i>	Manzanillo	Árbol	
Rubiaceae	<i>Psychotria nervosa</i>	s/n	Arbusto	
Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i>	Rosetilo	Arbusto	
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Chico zapote	Árbol	
Sapotaceae	<i>Pouteria unilocularis</i>	Sapotillo	Árbol	
Sapotaceae	<i>Pouteria campechiana</i>	Kanixte	Árbol	
Sapotaceae	<i>Mastichodendron foetidissimum</i>	Caracolillo	Árbol	
Simaroubaceae	<i>Simarouba glauca</i>	Pasa`ak	Árbol	

Estrato arbóreo

En el estrato arbóreo se registraron 28 especies de 26 géneros pertenecientes a 16 familias. Como resultado, de los levantamientos tenemos que la especie que mayor densidad relativa presentó fue *Lysiloma latisiliquum* con 9.62%, seguida de *Bursera simarouba* con el 8.06%, *Vitex gaumeri* con el 7.50%, *Brosimum alicastrum* con el 7.07%, *Manilkara zapota* con el 7.07%, *Bucida buceras* con el 6.93%, *Carpodiptera floribunda* con el 5.80%, *Swetenia macrophylla* con el 5.37%, *Alseis yucatanensis* con el 4.53%, *Pouteria campechiana* con el 3.25% y *Simarouba glauca* con el 3.25%. El resto de las especies presentan valores menores al 3.00%.



Figura IV.27. Panorámicas de la Selva Mediana Subperennifolia.

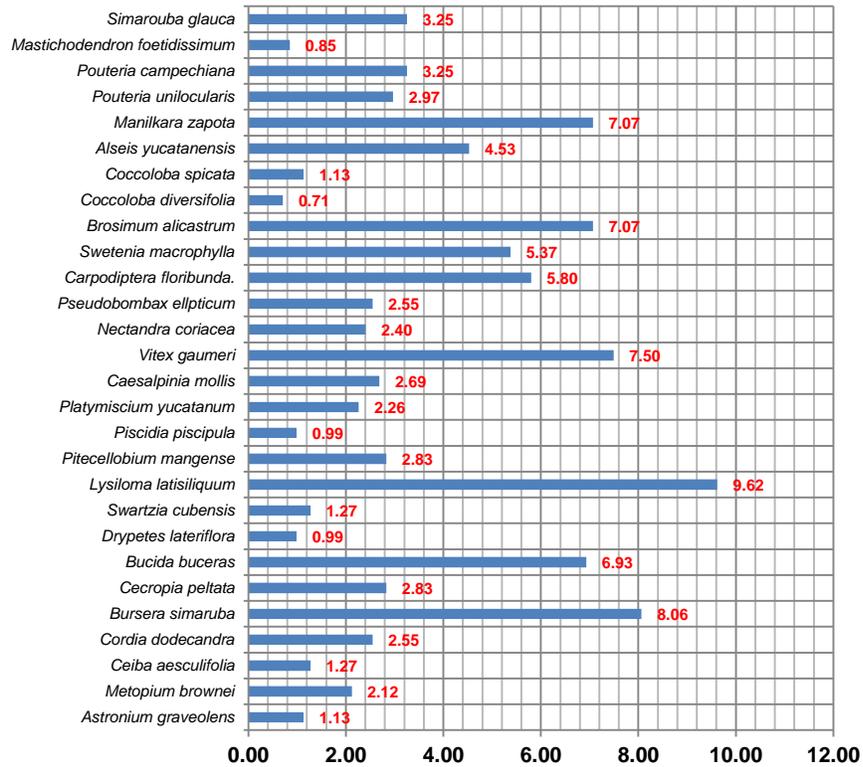


Figura IV.28. Densidad relativa, estrato arbóreo de la SMSP.

La altura promedio registrada fue de 13 m, es muy baja considerando que el intervalo de altura esperado para las Selvas Mediana es de 15 a 25 m (Souza y Téllez, 1982). La baja altura indica que la vegetación ha sido alterada por extracción de los componentes arbóreos más altos.

Estrato arbustivo

En el estrato arbustivo se registraron 8 especies pertenecientes a 7 familias, se encontró que las especies con mayor densidad son *Malvaviscus arboreus* que representa el 20.15% de la densidad del estrato vegetal *Thrinax radiata* 17.99% y *Zamia loddigesii* 15.41%.

Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo se registraron 13 especies de 11 géneros pertenecientes a 6 familias, se encontró que las especies con mayor densidad son *Polypodium polypodioides* que representa el 16.93% de la densidad del estrato vegetal. *Pteridium caudatum* 14% y *Asplenium serratum* 12.37%.

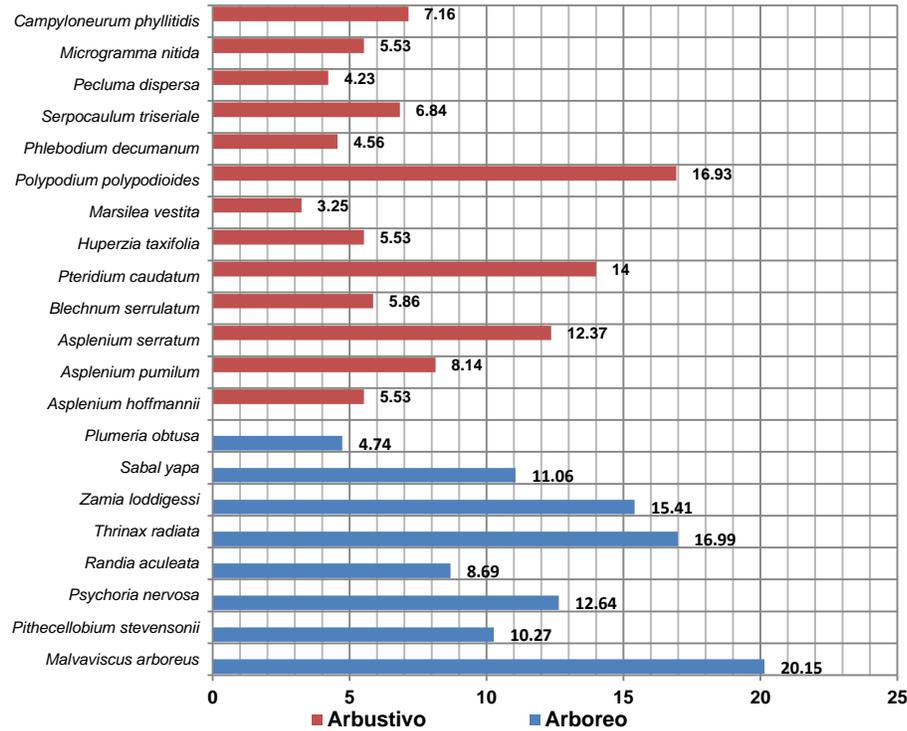


Figura IV.29. Densidad relativa estrato arbustivo y herbáceo de la SMSP.

Para determinar el grado de conservación de la SMSP del SAR, se compararon los valores de IVI de las especies primarias características de la SMSP conservada, contra los valores obtenidos para especies secundarias características de la SMSP alterada. Dichas especies corresponden a las reportadas en Miranda (1953) y Souza y Téllez (1982). De acuerdo con el IVI de los sitios muestreados estos se caracterizan por presentar un buen estado conservación. En todos sitios el porcentaje de dominancia de especies características de la SMSP, es mayor que el de especies características de vegetación secundaria. *Lysiloma latisiliquum* es la especie que domina en todos los sitios, y esta es reportada por Souza y Téllez (1982), como una de las especies más conspicuas de la SMSP de Quintana Roo.

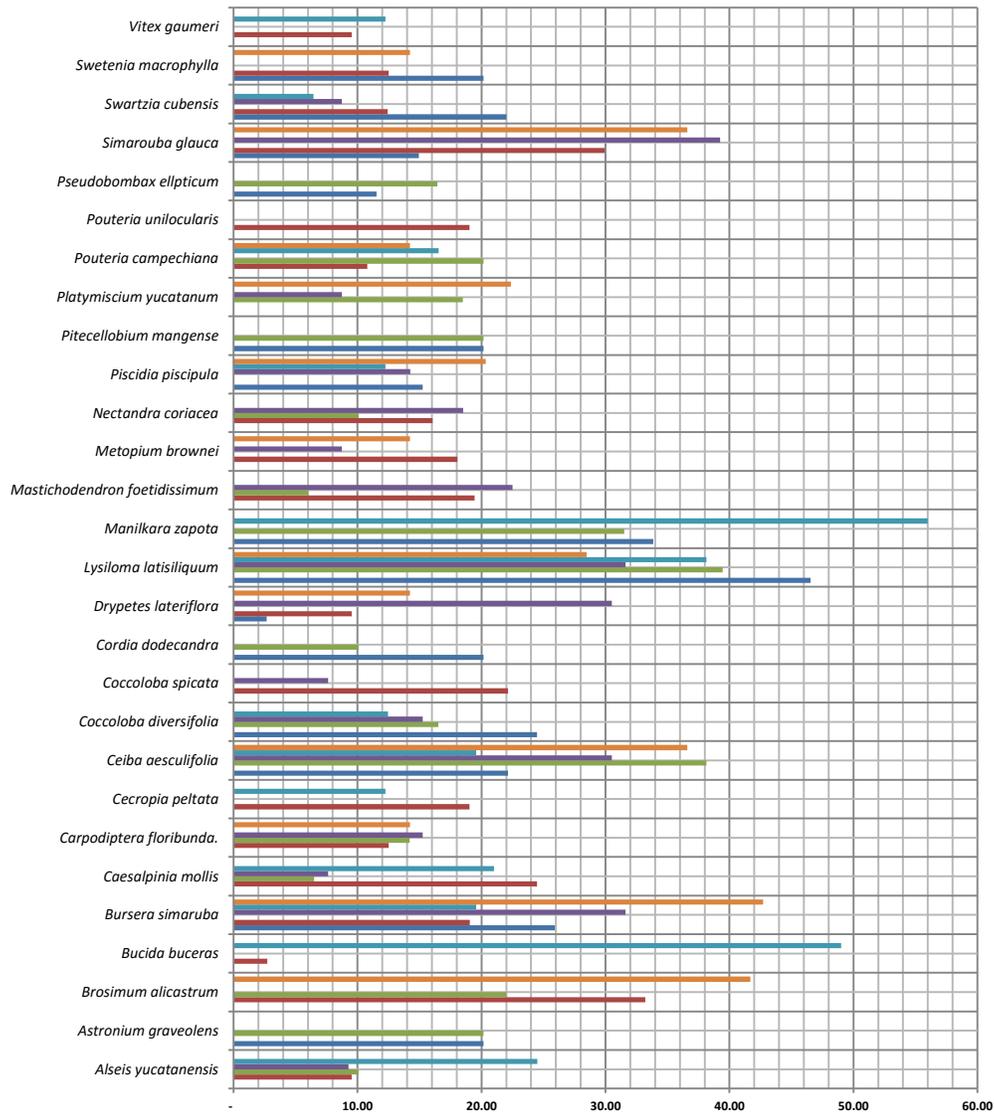


Figura IV.30. Índice del valor de Importancia de las especies arbóreas registradas en los sitios de muestreo de SMSC.

Una vez analizados los datos mediante los índices de Shannon-Wiener, Simpson y Margalef, realizando una comparación entre los valores obtenidos para los tres estratos, se encontró que de acuerdo al índice de Shannon-Wiener el estrato vegetal arbóreo es el más diverso (3.3808) y en contraste el estrato menos diverso la constituye el arbustivo (2.0082). De acuerdo al índice de Margalef el estrato arbóreo tiene una mayor riqueza específica de especies (4.115).

Tabla IV.10. Riqueza y diversidad de especies de plantas en el Sistema Ambiental

Índices	Estrato arbóreo	Estrato arbustivo	Estrato herbáceo
Margalef	4.12	1.27	2.10
Índice de Simpson	0.10	0.14	0.10
Shannon-Wiener	3.38	2.01	2.44

Para analizar el grado de conservación de la SMSP del SAR también se debe considerar el diámetro de los árboles registrados, el promedio diamétrico registrado fue de 13 cm. Sin embargo, se encontraron ejemplares de más de 40 cm de diámetro, lo cual muestra que existen ejemplares adultos. Las especies que presentaron los mayores diámetros son *Manilkara zapota*, *Metopium brownei*, *Vitex gaumeri*, *Piscidia piscipula* y *Simaruba glauca*.

La altura del estrato arbóreo es otra característica estructural que está relacionada con el estado de conservación de una comunidad. En este caso la SMSP del SAR registró una altura promedio de 13 m, pero existen árboles del dosel de 14.00 m a 16.00 m. Las especies comúnmente encontradas en el dosel son *Manilkara zapota*, *Pouteria campechiana*, *Brosimum alicastrum*, *Piscidia piscipula*, *Vitex gaumeri*, *Coccoloba spicata*, *Metopium brownei*, *Bursera simaruba*, *Talisia Olivaeformis*, *Caesalpinia gaumeri*, *Coccoloba spicata* y *Bursera simaruba*. La altura máxima (16 m) alcanzada en la SMSP del SAR. Dicha altura es similar a la altura máxima (16m) reportada por Sánchez (2000) en la SMSP de Puerto Morelos. Sánchez (2000) menciona que la baja altura de los árboles de la región Sur de Quintana Roo, se debe a las desfavorables condiciones edáficas imperantes en el área, como suelos muy someros, y con gran cantidad de roca aflorante. Las rocas constituyen un obstáculo físico para los árboles ocasionando una mayor competencia por espacio y nutrientes.

Al comparar las características estructurales de la SMSP presente en el SAR, con las reportadas para de una SMSP conservada de la región, como es el caso de la SMSP del Jardín Botánico Alfredo Barrera Marín de Puerto Morelos (Sánchez 2000). Se corrobora que la SMSP del SAR se encuentra en buen estado de conservación, a pesar de su escaso desarrollo estructural. El escaso desarrollo estructural de la selvas medianas que se establecen cerca de las costas de la entidad puede deberse al impacto de los huracanes, ya que dichos fenómenos meteorológicos producen en los individuos no derribados un efecto de poda (Sánchez e Islebe, 2000).

Selva baja inundable

En el SAR la selva inundable es la segunda asociación forestal presente en el SAR ya que ocupa una superficie de 6,969.00 Ha área que corresponde al 60.90% del SAR. Este tipo de vegetación es dominante en el relieve cárstico acumulativo, donde el drenaje es lento y en algunas áreas donde el manto freático es muy somero. Se desarrollan sobre suelos gleysoles, aunque se llega a observar sobre leptosoles profundos. Este tipo de vegetación cubre una extensión de 806 Km² en la Península, siendo más vasta en Quintana Roo. Se ubica en suelo tipo "akalché" según la clasificación maya que poseen poca materia orgánica porque permanecen inundados durante la época de lluvias, presentan pocas afloraciones rocosas y son oscuros con drenaje muy lento; se

encuentran en varios tipos de clima cálido húmedo. Esta selva se encuentra con palo tinte (*Haematoxylum*) asociada con *Crescentia cujete* (jícara). Los árboles no sobrepasan los 10 m de altura, y pueden tener alturas de 5.00 o 6.00 m, de los que un 50% dejan caer sus hojas durante la época de estiaje. El tintal no es la única selva baja inundable. Como se decía, existen otras especies de árboles que también pueden crecer en los akalchés o en las proximidades de las zonas pantanosas de la costa. Entre ellos destacan el chechem negro o box chechem *Metopium brownei*, el blanco o sak chechem (*Cameraria latifolia*), el pucté Bucida buceras, y el muk (*Dalbergia glabra*). A veces, alguno de ellos es la especie dominante, y entonces a esa selva inundable se le denomina chechenal, puctal o mucal, según el caso. O bien, esas especies dominantes pueden crecer entremezcladas junto con palmas sobre todo chit (*Thrinax radiata*) sin que haya un claro predominio de ninguna de ellas (Morales, 1995). Los árboles con mayor altura, área basal y frecuencia son: *Haematoxylum campechianum*, *bucida burseras*, *Metopium brownei*, *Cameraria latifolia* y *Pachira acuatica*. Con menos frecuencia y dominancia, destacan: *Byrsonimia crassifolia*, *Manilkara zapota*, *Jatropha gaumeri*, *Chrysophyllum mexicanum*, *Crescentia cujete*, *Coccoloba cozumelensis*, *Croton sp.*, *Hyperbaena*, *winzerlingii*, *Psidium sartorianum*, *Cordia dodecandra*, *Gymnopodium floribundum*, *cassia alata*, *Acacia milleriana*, *Mimosa bahamensis* y *Bursera simaruba*. En esta comunidad normalmente abundan las epifitas, especialmente orquídeas y bromelias. (Flores y Espejel, 1994).



Figura IV.31 Algunas de las especies registradas dentro de los sitios de muestreo.

Las selvas bajas inundables de esta región están presentes en reholladas y akalchés dispersos e inundables, con alturas variables de 6 a 14 m. Las especies dominantes son chechem negro (*Metopium brownei*), chicozapote, pucté (*Bucida buceras*) y dzalam en las partes más altas, y en aquellas más inundables son característicos el tinte (*Haematoxilon campechianum*), el pucté enano (*Bucida spinosa*), *Dalbergia glabra*, la jícara (*Crescentia cujete*) y otros arbolillos resistentes a la inundación periódica del suelo (Muñoz-Cortés, 2002).



Figura IV.32. Panorámica de la SBC inundable en los sitios donde se realizarán trabajos de modernización del proyecto.

Con relación a los resultados obtenidos durante los muestreos tenemos que la especie que mayor registros obtuvo fue *Thrinax radiata*, seguida de *Sapranthus campechianus*, *Acacia gaumeri*, *Bravaisia tubiflora*, *Manilkara zapota*, *Cordia dodecandra*, *Metopium brownei*, *Esembeckia berlandieri*, *Sabal yapa* y *Coccoloba acapulcensis*.

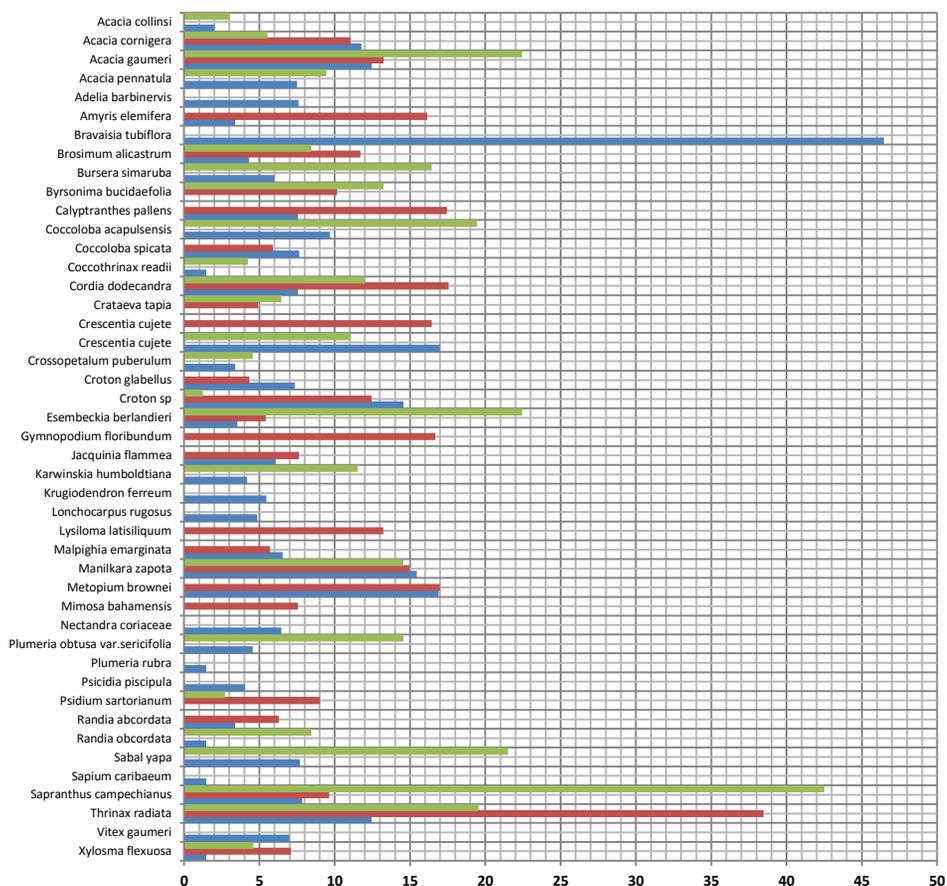


Figura IV.33. Índice de valor de importancia de los sitios muestreados en la SBC inundable.

Tabla IV.11. Especies de pastos registradas en el Uso de Suelo denominado Sabana.

Familia	Especie	Nombre común	Forma de vida	NOM-059-2010
Poaceae	<i>Andropogon bicornis</i>	Cola de zorra	Herbácea	
Poaceae	<i>Paspalum pectinatum</i>	Pasto	Herbácea	
Poaceae	<i>Andropogon altus</i>	Pasto	Herbácea	
Poaceae	<i>Imperata sp</i>	Pasto	Herbácea	
Poaceae	<i>Panicum maximun</i>	Pasto	Herbácea	

De acuerdo a los muestreos realizados, tenemos que la especie que mayor densidad relativa registro fue *Andropogon bicornis* con el 33.20%, seguida de *Panicum maximun* con el 27.06%, *Andropogon altus* con el 25.49%, *Imperata sp* con el 11.63% y *Paspalum pectinatum* con el 2.61%.

Especies vegetales de importancia para la región

El recurso vegetal más empleado en la región es el chicozapote (*Manilkana zapota*), conocido también con el nombre de chicle. El látex de este árbol es la materia prima con la que se fabrica la goma de mascar. Actualmente, la mayor parte del chicle en México proviene de los estados de Quintana Roo y Campeche.

En la región, el árbol del chicozapote representa más del 25 por ciento del arbolado selvático, a razón de 20 árboles productivos por hectárea. Además del látex, también se aprovecha la madera del chicozapote, la cual es de color rojizo, muy dura y, por lo mismo, valorada en la construcción y para durmientes de ferrocarril. Desde la época prehispánica diferentes partes del árbol de chicozapote, se utilizan medicinalmente. Los mayas apaciguaban la sed y el hambre masticando el látex. También lo utilizaban para limpiarse los dientes; usos que aún se llevan a cabo.

Otras de las especies vegetales de importancia es la palma guano, cuyas hojas se emplean para la elaboración de techos de palapas y para la decoración de consorcios turísticos; sin embargo, su uso indiscriminado ha hecho que la sobreexplotación de este recurso sea tal, que se encuentre bajo protección especial, por lo que se han tratado de explotar recursos similares para cubrir la demanda de recurso.

El jonote y el amate prieto, se emplean para lo elaboración de papel amate. El sapotillo y el kanixte, conocidos también como arboles de mamey, son recursos vegetales ampliamente utilizados en la región, pues de ellos se aprovechan el fruto, las semillas, el látex y la madera de este árbol, que se emplean para la fabricación de variados productos.

Del chacah, aparte de la extracción de madera que se emplea para la construcción de hogares y muebles, se extrae un copal que se emplea ocasionalmente sobre todo en ceremonias prehispánicas de carácter religioso. También de la caoba se extrae madera para la elaboración de diversos artículos.

Otro recurso vegetal de importancia económica es el cacao, cuya explotación se da a gran escala, pero a la vez ha existido la implementación de cultivos para recuperar los ejemplares utilizados con el fin de no poner riesgo a este recurso.

A pesar de encontrarse en estatus de protección especial, la planta de la vainilla también es utilizada en la región como condimento alimenticio; sin embargo, su explotación en el lugar se realiza solo de manera local por ejidatarios.

La especie *Boerhaavia erecta* tiene importancia como medicamento, pues la raíz de esta planta es algo aromática y se considera antiespasmódica, útil en los accidentes epilépticos. También es utilizada contra el histerismo y algunas enfermedades nerviosas. También es estimulante sobre la secreción biliar y se utiliza para contener hemorragias, contra la fiebre biliosa, el paludismo, la ictericia, la hidropesía, insuficiencia renal, la albuminuria y las congestiones del hígado y el bazo. Los tallos foliáceos son utilizados como diurético y el polvo de la planta en general es usada como expectorante, contra el asma y depurativa.

Otras especies que se emplea por sus propiedades diuréticas es *Piper sp.*, que además se emplea como tónico posparto y contras las picaduras de insecto.

La vegetación dentro del SAR, se encuentra constituida por asociaciones vegetales de clima cálido. Asimismo, los tipos de vegetación primarios y sus asociaciones se dividen en dos grupos, conforme su complejidad y extensión.

- a) Aquellos que, por su mayor extensión, complejidad y estabilidad, determinan las condiciones del lugar que dominan.
- b) Los que se encuentran intercalados o entremezclados con los principales tipos de vegetación, generalmente corresponden a etapas xerales de vegetación.

Los primeros son, la selva mediana subperennifolia, la selva baja caducifolia inundable y la sabana.

Los tipos de vegetación secundarios se desarrollan y sustituyen a los primarios, cuando estos son destruidos total o parcialmente, siendo las causas más frecuentes de destrucción, los ciclones, el fuego, las plagas y la acción del hombre. Por lo general, las agrupaciones secundarias tienden a revertir las primarias después de un tiempo que dependen de diversos factores principalmente de lo profundo de la alteración producida y cuando las causas que indujeran el cambio han dejado de actuar. Lo mismo que las agrupaciones primarias del clima y suelo y su distribución depende de ellos.

Fauna

La riqueza de vertebrados tetrápodos (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) en la República Mexicana está compuesta por más de 2,500 especies. La Península de Yucatán cuenta con el 33.6 % de estas especies (866 especies). Para el sistema ambiental se obtuvo un registro potencial³ de 307 especies⁴ de vertebrados terrestres, de

³ Previo al trabajo de campo, se realizaron búsquedas bibliográficas referente a la diversidad y estado de conservación de cada uno de los grupos de vertebrados presentes en la región (Álvarez y Huerta (1973), Berry e Iverson (1980), Casas *et al.* (1996), Ceballos *et al.* (2005), Duellleman y Campell (1992), Flores *et al.* (1991), H.M Smith y Camarillo (1992), Howell & Webb 1995, así como los listados faunísticos. De acuerdo a los rangos altitudinales propuestos por Casas-Andreu³ (1996) en cuanto a diversidad para el estado el número de especies con distribución potencial dentro del SAR se determinó en 380 especies.

estas 19 pertenecen al grupo de los anfibios, 42 al grupo de los reptiles, 173 al grupo de las aves y 73 al grupo de los mamíferos.

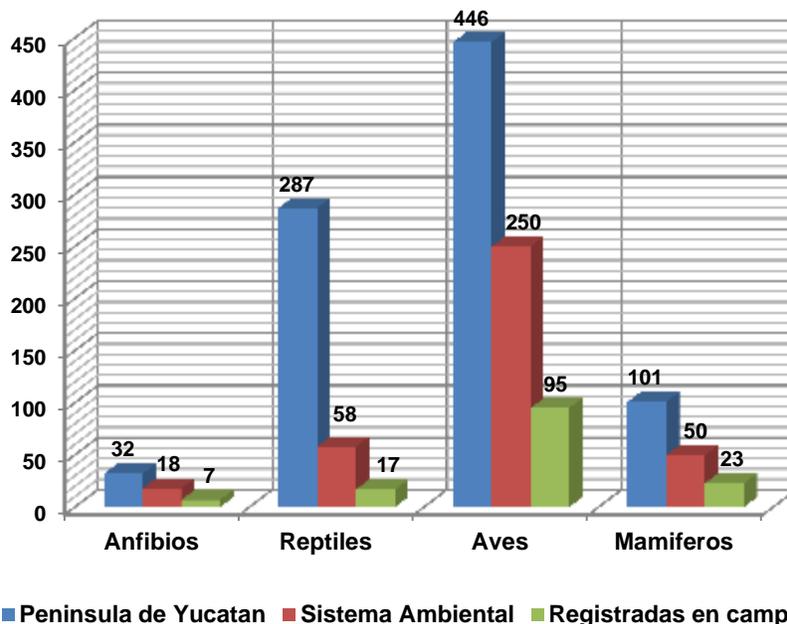


Figura IV.35. Comparación de la riqueza de especies registradas y potenciales para el Sistema Ambiental respecto a la diversidad presente en la Península de Yucatán⁵.

Una característica importante de la fauna que se presenta en el sistema, es que contiene vertebrados de origen Neotropical y Mesoamericano. Esta última región se caracteriza por presentar gran cantidad de endemismos y una gran proporción de especies de distribución restringida, es decir que solo se distribuyen en esta región. Otro aspecto importante es que la riqueza de aves es elevada, debido a que diversas áreas de la Península de Yucatán son regiones de alimentación o descanso de muchas especies migratorias. Se estima que dentro del sistema se distribuyen más de 50 especies migratorias (Greenberg, 1990; Mackinnon, 2008).

En contraposición, la riqueza de anfibios para la Península es baja comparada con otras entidades del trópico mexicano. Lo anterior se debe a que la Península topográficamente es muy homogénea; no existen montañas arriba de los 100 m de altitud, por consiguiente la anfibiafauna típica de tierras altas no existe. Adicionalmente, el muestreo de anfibios se

⁴ La potencial distribución de especies de fauna silvestre en un sitio no implica necesariamente que dichas especies estén presentes. Con el fin de verificar la información se realizaron estudios de campo que incluyeron entrevistas con habitantes, recorridos en la zona, inspección de rastros y colocación de trampas y redes. Los resultados se presentarán a continuación.

⁵ Se considera a la Península de Yucatán como una región Biogeografía por lo cual abarca los estados mexicanos de Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

realizó durante la temporada de estiaje, razón por la cual el registro de anfibios, fue sumamente bajo. En el caso de los reptiles, gran parte de ellos se asocia a los bosques y/o selvas deciduas del sistema, sin embargo en sitios abiertos fue posible identificar distintas especies, principalmente iguanas y lagartijas. En lo que respecta a las serpientes solo se obtuvieron nueve registros pertenecientes a 6 especies.



Figura IV.36. Fotografías de algunas especies de reptiles presentes en el sistema ambiental (*Anolis lemurinus*, *Anolis lemurinus sagrei* y *Sceloporus chrysostictus*).

De acuerdo a la bibliográfica consultada y a los registros obtenidos en campo, se estima la presencia la distribución potencial de 173 especies de aves para la región. La generación del listado avifaunístico se conformó a través de la consulta y depuraron de las bases de datos de las AICAS (Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves) de Calakmul⁶, Sierra de Ticul – Punto Put y Sian Ka'an; así mismo se obtuvieron incluyeron los registros de la Colección Ornitológica del Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera", la Colección de Referencia de Aves de Sian Ka'an, Quintana Roo (ECOSUR-CH), la Red sobre el conocimiento de las aves de México⁷, ITIS⁸, Instituto de Biología de la UNAM⁹ entre otros. Durante los recorridos en campo se identificó la presencia de 343 ejemplares, dentro del polígono del sistema, pertenecientes a 183 especies, si bien muchas de ellas solo son ocasionales (se distribuyen en el sitio para descanso y/o reguardo) se deben considerar dentro de la diversidad gamma (Diversidad-γ) que presenta el polígono. De las especies registradas se identificaron a 18 catalogadas por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Para el grupo de los mamíferos se tiene una distribución potencial de 73 especies, de estas se registró el 56.16%, los rastros se obtuvieron a través de huellas, excretas, pelo, rascaderos, restos óseos, registros de base de datos y comentarios de pobladores. La composición mastofaunística del sistema está representada por 34 géneros, 18 familias y 5 ordenes; siendo el grupo de los Quiropteros el más diverso. La mayor cantidad de registros para este grupo se obtuvieron en áreas de transición, principalmente entre selva baja inundable, áreas secundarias de Selva subperennifolia y áreas contiguas a los asentamientos humanos. Los mayores esfuerzos de colecta se ubicaron hacia la parte Oeste y Noreste del sistema ambiental, principalmente sobre selva baja caducifolia inundable y áreas perturbadas cercanas a los asentamientos humanos. Sin embargo, la mayor cantidad de registros se obtuvo a través de métodos indirectos, en donde se

⁶ <http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos>

⁷ <http://avesmx.conabio.gob.mx/index.html>

⁸ <http://www.itis.gov/>

⁹ <http://unibio.unam.mx/collections/specimens/urn/>

registraron huellas de tlacuache, mapache, así como registros de *Dasyus novemcinctus*, *Procyon lotor*, *Silvilagus sp*, *Desmodus sp.*, *Sturnira sp.*, *Artibeus sp.*, *Natalus sp.*, entre otros. Durante los estudios en campo se emplearon diversas técnicas para coleccionar e identificar especies, entre estas se encuentra el trapeo (*Sherman* y *Tomahawk*), la búsqueda de huellas y excretas así como las entrevistas con los lugareños. Para la identificación de excretas y huellas se utilizaron las guías de campo de Aranda (2000) y de Ceballos y Oliva (2005). En total, se verificó la presencia de 23 especies de mamíferos.

Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010

En relación al listado faunístico propuesto para la región se estima la distribución de 71 especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de estas 18 se encuentran bajo el estatus de Amenazada, 12 bajo el estatus de peligro de extinción y 41 bajo la categoría de protección especial.

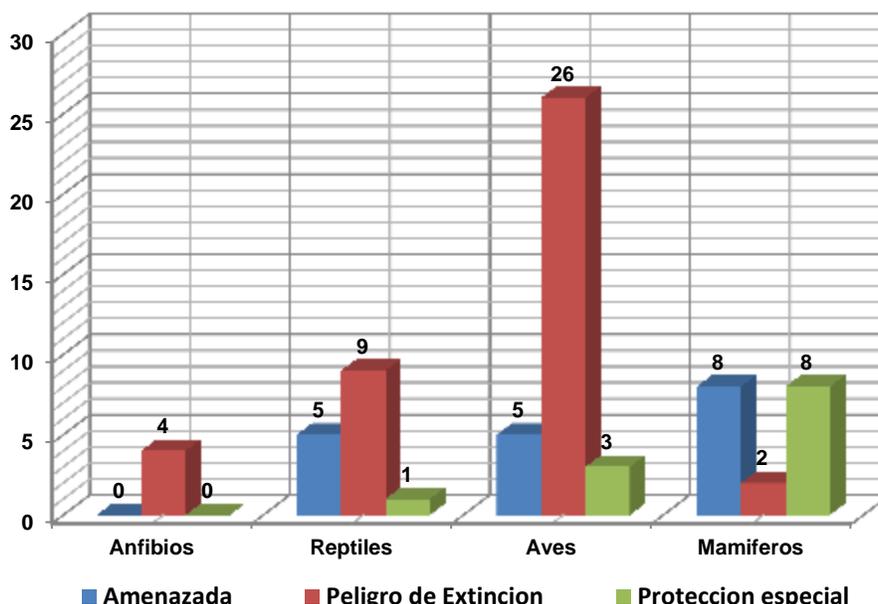


Figura IV.37. Número de especies por grupo faunístico con distribución potencial en el sistema y que se encuentran sujetas a conservación por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

De acuerdo al listado potencial de especies faunísticas generado para el sistema ambiental y los registros obtenidos, se identificó que el grupo más vulnerable es el de los reptiles, ya que el 35.71% de las especies reportadas se encuentran sujetas a conservación, le sigue el grupo de los anfibios con el 19.04% de las especies, el de las aves con el 19.65% y el de los mamíferos con el 24.65%. A continuación se enlistan las especies con distribución potencial en el sistema y su estado de conservación.

Tabla IV.12. Especies faunísticas catalogadas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 con distribución potencial en el sistema ambiental

Especie	Nombre común	Registrada/ potencial	NOM-059	Selva	Perturbada	Abundancia
<i>Anfibios</i>						
<i>Craugastor yucatanensis</i>	Rana de hojarasca	Potencial	Pr	-	-	-
<i>Tripiron petasatus</i>	Rana arborícola	Potencial	Pr	-	-	-
<i>Lithobates berlandieri</i>	Rana común	Registrada	Pr	X	-	común
<i>Bolitoglossa yucataana</i>	Salamandra	Potencial	Pr	-	-	-
<i>Reptiles</i>						
<i>Corytophanes cristatus</i>	Turipache	Potencial	Pr	-	-	-
<i>Laemanctus serratus</i>	Turipache	Potencial	Pr	-	-	-
<i>Sphaerodactylus glaucus</i>	Gekko	Potencial	Pr	-	-	-
<i>Thecadactylus rapicaudus</i>	Gekko	Potencial	Pr	-	-	-
<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana negra	Registrada	A	X	X	Abundante
<i>iguana iguana</i>	Iguana verde	Registrada	Pr	X	X	Abundante
<i>Ctenosaura defensor</i>	Iguana yucateca	Registrada	P	X	-	Rara
<i>Boa constrictor</i>	Boa	Potencial	A	-	-	-
<i>Dipsas brevifacies</i>	Culebra	Potencial	Pr	-	-	-
<i>Imantodes cenchoa</i>	Culebra cordelilla	Potencial	Pr	-	-	-
<i>Lampropeltis triangulum</i>	Falsa coral	Potencial	A	-	-	-
<i>Leptophis ahaetulla</i>	Bejuquillo	Potencial	A	-	-	-
<i>Leptophis mexicanus</i>	Bejuquillo	Potencial	A	-	-	-
<i>Micrurus diastema</i>	Coralillo	Potencial	Pr	-	-	-
<i>Trachemys venusta</i>	Jicotea	Registrada	Pr	X	-	Escasa
<i>Aves</i>						
<i>Patagioenas speciosa</i>	Paloma escamosa	Potencial	Pr	-	-	-

Especie	Nombre común	Registrada/ potencial	NOM-059	Selva	Perturbada	Abundancia
<i>Accipiter striatus</i>	Gavilan americano	Registrada	Pr	-	X	Rara
<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	Aguililla cola blanca	Registrada	Pr	X	-	Rara
<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla aura	Potencial	Pr	-	-	-
<i>Buteogallus urubitinga</i>	Aguililla negra mayor	Potencial	Pr	-	-	-
<i>Buteogallus anthracinus</i>	Gavilan cangrejero	Potencial	Pr	-	-	-
<i>Geranospiza caerulescens</i>	Gavilán zancón	Potencial	A	-	-	-
<i>Rosthramus sociabilis</i>	Gavilán caracolero	Potencial	Pr	-	-	-
<i>Spizaetus tyrannus</i>	Águila crestada	Potencial	P	-	-	-
<i>Spizaetus ornatus</i>	Águila elegante	Potencial	P	-	-	-
<i>Micrastur semitorquatus</i>	Halcón selvático de collar	Registrada	Pr	X	X	Rara
<i>Crax rubra</i>	Hocofaisán	Registrada	Pr	X	X	Rara
<i>Meleagris ocellata</i>	Pavo ocelado	Registrada	Pr	X	-	Escasa
<i>Amaurolimnas concolor</i>	Cotara café	Potencial	A	-	-	-
<i>Eucometis penicillata</i>	Tángara cabeza gris	Potencial	Pr	-	-	-
<i>Dendrocincla anabatina</i>	Trepatroncos sepia	Registrada	Pr	X	-	Rara
<i>Dendrocolaptes sanctithomae</i>	Trepatroncos barrado	Registrada	Pr	X	X	Rara
<i>Melanoptila glabirostris</i>	Mauillador negro	Registrada	Pr	X	-	Escasa
<i>Polioptila plumbea</i>	Perlita tropical	Registrada	Pr	X	X	Rara
<i>Platyrinchus cancrominus</i>	Mosquero pico chato	Registrada	Pr	X	-	Escasa
<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	Registrada	Pr	X	X	Escasa
<i>Agamia agami</i>	Garza agami	Potencial	Pr	X	X	Rara
<i>Botaurus pinnatus</i>	Avetoro	Potencial	A	-	-	-
<i>Campephillus</i>	Carpintero pico	Registrada	Pr	X	X	Escasa

Especie	Nombre común	Registrada/ potencial	NOM-059	Selva	Perturbada	Abundancia
<i>guatemalensis</i>	plata					
<i>Celeus castaneus</i>	Carpintero castaño	Potencial	Pr	-	-	-
<i>Pteroglossus torquatus</i>	Aracari de collar	Registrada	Pr	X	X	Rara
<i>Ramphastos sulphuratus</i>	Tucán real	Registrada	A	X	-	Frecuentes
<i>Aulacorhynchus prasinus</i>	Tucancito esmeralda	Potencial	Pr	-	-	-
<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	Registrada	Pr	X	X	Frecuentes
<i>Amazona xantholora</i>	Loro yucateco	Registrada	A	X	-	Rara
<i>Aratinga nana</i>	Perico pecho sucio	Registrada	Pr	X	X	Común
<i>Amazona oratrix</i>	Loro cabeza amarilla	Potencial	P	-	-	-
<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	Tinamú	Potencial	Pr	-	-	-
<i>Trogon collaris</i>	Trogón de collar	Registrada	Pr	X	X	Rara
Mamíferos						
<i>Ateles geoffroyi</i>	Mono araña	Potencial	P	X	X	-
<i>Puma yagouaroundi</i>	Yaguarundí	Potencial	A	X	X	-
<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	Registrada	P	X	-	Frecuentes
<i>Leopardus wiedii</i>	Tigrillo	Registrada	P	X	-	Frecuentes
<i>Panthera onca</i>	Jaguar	Potencial	P	-	-	-
<i>Puma concolor</i>	Puma	Registrada	Pr	X	-	Abundante
<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorrillo	Registrada	Pr	X	X	Frecuentes
<i>Eira barbara</i>	Cabeza de viejo	Registrada	P	X	-	Escasa
<i>Galictis vittata</i>	Grisón	Potencial	A	-	-	-
<i>Lontra longicaudis</i>	Nutria	Potencial	A	-	-	-
<i>Lonchorhina aurita</i>	Murciélago	Registrada	A	X	-	Rara
<i>Mimon cozumelae</i>	Murciélago	Registrada	A	X	-	Escasa
<i>Lamproncyteris</i>	Murciélago	Potencial	A	-	-	-

Especie	Nombre común	Registrada/ potencial	NOM-059	Selva	Perturbada	Abundancia
<i>brachyotis</i>						
<i>Tapirus bairdii</i>	Tapir	Potencial	P	-	-	-
<i>Alouatta pigra</i>	Mono aullador	Registrada	P	X	-	Escasa
<i>Coenduo mexicanus</i>	Puerco espín	Registrada	A	X	-	Escasa
<i>Oryzomys couesi</i>	Ratón	Potencial	A	-	-	-
<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero	Potencial	P	X	-	Escasa



Figura IV.38. Fotografías correspondientes a dos de las especies de mamíferos catalogados por la NOM-059-SEMARNAT-2010. Izquierda; *Panthera onca*, registrada dentro de la ANP Bala'an K'aaX en Noviembre de 2015¹⁰. Derecha; *Ateles geoffroyi*, registrado por uno de los pobladores de la región.

Caracterización de la diversidad faunística en ecosistemas naturales.

Selvas del Sistema Ambiental regional (Selva mediana subperennifolia y Selva baja Caducifolia inundable)

El principal problema que domina en estos tipos de ecosistemas, es la fragmentación, la cual es definida como "una simple disrupción de la continuidad", es decir, que un tipo de vegetación se ve dividió en varios fragmentos o islas de hábitat que ocupan menos área y están menos conectados que en su condición inicial. Desde este punto de vista, la fragmentación del hábitat da como resultado, tanto cualitativa como cuantitativamente, una pérdida de hábitat para las especies que originalmente dependen de él y como consecuencia de eso la abundancia y diversidad de las especies tiende a declinar; mayor pérdida mientras los fragmentos sean más pequeños o estén más aislado.

Pero también hay que considerar que la fragmentación (además del concepto clásico), puede ser considerada como una serie de parches de hábitat rodeados por otros tipos de hábitat (contexto), generando entonces, más que una serie de parches aislados, un mosaico de hábitat o paisaje fragmentados. Por lo tanto, se piensa que el estudio de la

¹⁰ <https://www.gob.mx/conanp/prensa/registran-presencia-de-jaguar-en-bala-an-k-aaX-quintana-roo-21164?idiom=es>

fragmentación del hábitat desde la perspectiva de su contexto, es mucho más importante para cuestiones de conservación, ya que se trabaja a nivel de paisaje lo que permite determinar, además de la reducción de poblaciones por efecto de la fragmentación, el cambio en la composición de la biodiversidad y las especies que son más o menos susceptibles a los cambios o alteraciones del hábitat original. Una característica de las selvas del sistema ambiental, es que presentan buen estado de conservación, sin embargo existen zonas donde es posible identificar la presencia de áreas con elementos secundarios, lo que reduce la continuidad del hábitat hacia el interior del sistema; sin embargo se pueden considerar los manchones continuos del poniente como el área de amortiguamiento de las especies que bajan a buscar alimento de regiones externas del sistema, principalmente a las zonas donde se distribuye la selva baja caducifolia inundable. Por lo anterior, un aspecto importante que hay que considerar en las selvas del sistema es mantener continuidad de los manchones ubicados en la región Centro - Norte, a través del mantenimiento de las selvas perturbadas, entendiéndose como mantenimiento el de seguir conservando estas selvas regiones en su estado actual, para que no avance su transformación y se conviertan en hábitats totalmente modificados y las selvas se fragmenten totalmente. Ya que si la continuidad se pierde podría afectar a un gran número de especies típicas, sobre todo de aquellas que tienen ámbitos hogareños o nichos ecológicos amplios o especies que sufren pequeñas migraciones locales en ciertas época del año.

Reptiles asociados a las selvas caducifolias del sistema ambiental

Riqueza.

De acuerdo a los registros obtenidos en campo y a la distribución potencial de las especies, para este tipo de ecosistemas se asocian un total de 58 especies. Los saurios típicos de este hábitat son las lagartijas (*Basiliscus vittatus*, *Corytophanes cristatus*, *Laemantus serratus*, *Hemidactylus frenatus*, *Sphaerodactylus glaucus*, *Sceloporus chrysostictus*, *Sceloporus cozumelae*, *Sceloporus serriifer*, *Anolis biporcatus*, *Anolis lemurinus*, *Anolis sagrei*, *Anolis tropidonotus*, *Anolis rodriguezii*, *Anolis sericeus*, *Eumeces schwartzei*, *Eumeces sumichrasti*, *Mabuya brachypoda*, *Ameiva undulata*, *Cnemidophorus angusticeps*, *Cnemidophorus deppii*).



Figura IV.39. *Basiliscus vittatus*, *Ficimia publia*, *Boa constrictor* identificadas en los recorridos dentro de la Selva baja caducifolia inundable, asentamientos humanos y selva mediana subperennifolia.

Abundancia

La especie más abundante dentro de estos ecosistemas (y dentro del sistema ambiental en general) fue la lagartija espinosa (*Sceloporus chrysostictus*). Es un reptil que también se distribuye en las selvas de forma abundante, por lo tanto se considera que tienen una amplitud ecológica grande. En términos generales no se registró ninguna especie cuyo tamaño demográfico fuese raro. Lo anterior se debe a que las especies que se distribuyen aquí son favorecidas por los cambios que genera la fragmentación.

Tabla IV.13. Listas de especies registradas durante los levantamientos en campo, se indica el estatus respecto a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la abundancia registrada.

Familia	Especie	Nombre común	Registrada /potencial	NOM-059	Abundancia
Bufo	<i>Incilus valliceps</i>	Sapo	Registrada		Escasa
Leptodactylidae	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Rana de pantano	Registrada		Frecuentes
Ranidae	<i>Lithobates berlandieri</i>	Rana común	Registrada	Pr	común
Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Turipache	Potencial		Abundante
Dactyloidae	<i>Anolis lemurinus</i>	Lagartija chipoyo	Registrada		Abundante
Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Gekko	Registrada		Rara
Iguanidae	<i>iguana iguana</i>	Iguana verde	Registrada	Pr	Abundante
Iguanidae	<i>Ctenosaura defensor</i>	Iguana yucateca	Registrada	P	Rara
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Espinoso	Registrada		Abundante
Polychrotidae	<i>Anolis rodriguezii</i>	Abaniquito	Registrada		Escasa
Polychrotidae	<i>Anolis sericeus</i>	Abaniquito	Registrada		Rara
Teiidae	<i>Ameiva undulata</i>	Lagartija metálica	Registrada		Frecuentes
Teiidae	<i>Aspidozelis angusticeps</i>	Lagartija arcoíris	Registrada		Rara
Colubridae	<i>Tantilla moesta</i>	Minadora	Registrada		Rara
Viperidae	<i>Bothrops asper</i>	Nauyaca	Registrada		Rara
Emydae	<i>Trachemys venusta</i>	Jicotea	Registrada	Pr	Escasa
Kinosternidae	<i>Kinosternon creaseri</i>	Casquito	Potencial		

Endemismo

La mayoría de los reptiles registrados en estos ecosistemas no presenta algún grado de endemismo, solo la culebra minadora (*Tantilla moesta*) y *Sceloporus cozumelae*, es endémica a la Península de Yucatán. Por otra parte, la nauyaca (*Bothrops asper*) es potencialmente nociva para el humano, aunque sus poblaciones son raras y es común encontrarla en el crepúsculo.

Estado de conservación NOM-059- SEMARNAT-2010

Se tiene un potencial de 5 especies de anfibios y 19 especies de reptiles enlistadas bajo la norma, de estas 9 están catalogadas bajo el estatus de amenazadas (1 anfibio y 8 reptiles) y 15 bajo el estatus de protección especial (4 anfibios y 11 reptiles).

Tabla IV.14. Listado de especies de anfibios y reptiles catalogados por NOM-059- SEMARNAT-2010.

Especie	Nombre común	Registrada / potencial	NOM-059
Anfibios			
<i>Craugastor yucatanensis</i>	Rana de hojarasca	Potencial	Pr
<i>Triprion petasatus</i>	Rana arborícola	Potencial	Pr
<i>Lithobates berlandieri</i>	Rana común	Registrada	Pr
<i>Bolitoglossa yucatanana</i>	Salamandra	Potencial	Pr
Reptiles			
<i>Corytophanes cristatus</i>	Turipache	Potencial	Pr
<i>Laemanctus serratus</i>	Turipache	Potencial	Pr
<i>Sphaerodactylus glaucus</i>	Gekko	Potencial	Pr
<i>Thecadactylus rapicaudus</i>	Gekko	Potencial	Pr
<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana negra	Registrada	A
<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	Registrada	Pr
<i>Ctenosaura defensor</i>	Iguana yucateca	Registrada	P
<i>Boa constrictor</i>	Boa	Potencial	A
<i>Dipsas brevifacies</i>	Culebra	Potencial	Pr
<i>Imantodes cenchoa</i>	Culebra cordelilla	Potencial	Pr
<i>Lampropeltis triangulum</i>	Falsa coral	Potencial	A
<i>Leptophis ahaetulla</i>	Bejuquillo	Potencial	A
<i>Leptophis mexicanus</i>	Bejuquillo	Potencial	A

Especie	Nombre común	Registrada / potencial	NOM-059
<i>Micrurus diastema</i>	Coralillo	Potencial	Pr
<i>Trachemys venusta</i>	Jicotea	Registrada	Pr

Aves asociadas a las selvas del sistema ambiental

Riqueza

Las aves son el grupo más diverso y representativo de vertebrados dentro del sistema ambiental y es precisamente en los ecosistemas de selva donde se presenta la mayor riqueza de este grupo de vertebrados. Durante los recorridos en campo se registraron para este tipo de ecosistemas 121 especies, sin embargo se estima que para estos ecosistemas hay una distribución potencial de 145 especies, lo que corresponde al 83.81% de la riqueza potencial.



Figura IV.40. Algunas de las especies de aves registradas en la zona de selva del SAR.

Por otra parte, los grupos que contribuyen con el mayor número de especies a la avifauna de la selva son los Passeriformes (aves de dosel), seguido de los Piciformes (carpinteros) con y los Falconiformes (halcones) y Columbiformes (palomas). Aunque el patrón de diversidad por grupo sigue el mismo patrón general de la avifauna mexicana (los

Paseriformes siempre son los más diversos) existe una diferencia importante, mientras que en la avifauna de México el segundo grupo más diversos son los Apodiformes (Colibríes) en las selvas del sistema ambiental son los Columbiformes y los Falconiformes (halcones). Resaltando la importancia de las selvas para la conservación y mantenimiento de este grupo de aves.

Abundancia

En términos generales el porcentaje de las aves con abundancia escasas y raras es del 93.38% de la avifauna de las selvas (36.36% de especies escasas y 57.02% de especies raras). Lo anterior indica que de acuerdo a los resultados las aves son un grupo muy rico en especies, sin embargo sus poblaciones son poco abundantes.

Tabla IV.15. Listas de especies de aves registradas para las selvas durante los levantamientos en campo, se indica el estatus respecto a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la abundancia registrada.

Familia	Especie	Nombre común	Registrada / potencial	NOM-059	Abundancia
Accipitridae	<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	Aguililla cola blanca	Registrada	Pr	Rara
Accipitridae	<i>Buteo brachyurus</i>	Gavilán de cola corta	Registrada	-	Rara
Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla caminera	Registrada	-	Escasa
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	Registrada		Rara
Ardeidae	<i>Agamia agami</i>	Garza agami	Potencial	Pr	Rara
Caprimulgidae	<i>Caprimulgus badius</i>	Tapacaminos huil	Registrada	-	Rara
Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Tapacaminos pauraque	Registrada	-	Rara
Cardinalidae	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal	Registrada	-	Escasa
Cardinalidae	<i>Cyanocomps parellina</i>	Colorín azul negro	Registrada	-	Escasa
Cardinalidae	<i>Granatellus salli</i>	Granatelo yucateco	Registrada	-	Rara
Cardinalidae	<i>Habia fuscicauda</i>	Tángara garganta roja	Registrada	-	Rara
Cardinalidae	<i>Passerina cyanea</i>	Azulejo	Registrada	-	Escasa
Cardinalidae	<i>Pheucticus</i>	Degollado	Registrada	-	Rara

Familia	Especie	Nombre común	Registrada / potencial	NOM-059	Abundancia
	<i>Iudovicianus</i>				
Cardinalidae	<i>Piranga roseogularis</i>	Tángara yucateca	Registrada	-	Rara
Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	Tángara roja	Registrada	-	Rara
Cardinalidae	<i>Thraupis episcopus</i>	Tángara azul gris	Registrada	-	Rara
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote común	Registrada	-	Rara
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote aura	Registrada	-	Escasa
Columbidae	<i>Claravis pretiosa</i>	Tórtola azul	Registrada	-	Rara
Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtola rojiza	Registrada	-	Rara
Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	Registrada	-	
Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	Registrada	-	Escasa
Columbidae	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada	Registrada	-	Escasa
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	Registrada	-	Escasa
Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita comun	Registrada	-	Abundante
Corvidae	<i>Cyanocorax morio</i>	Urraca	Registrada	-	Abundante
Corvidae	<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara verde	Registrada	-	Escasa
Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	Registrada	-	Frecuentes
Cracidae	<i>Crax rubra</i>	Hocofaisán	Registrada	Pr	Rara
Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	Registrada	-	Escasa
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatera pijuy	Registrada	-	Escasa
Cuculidae	<i>Dromococcyx phasianellus</i>	Cuclillo faisán	Registrada	-	Rara
Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cuclillo canela	Registrada	-	Escasa
Emberizidae	<i>Arremonops chloronotus</i>	Rascador dorso verde	Registrada	-	Escasa
Emberizidae	<i>Arremonops</i>	Rascador dorso	Registrada	-	Rara

Familia	Especie	Nombre común	Registrada / potencial	NOM-059	Abundancia
	<i>rufivirgatus</i>	café			
Emberizidae	<i>Tiaris olivacea</i>	Semillero oliváceo	Registrada	-	Escasa
Emberizidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	Registrada	-	Escasa
Falconidae	<i>Micrastur semitorquatus</i>	Halcón selvático de collar	Registrada	Pr	Rara
Fringilidae	<i>Euphonia affinis</i>	Eufonia garganta negra	Registrada	-	Rara
Fringilidae	<i>Euphonia hirundinacea</i>	Eufonia garganata amarilla	Registrada	-	Rara
Furnariidae	<i>Dendrocincla anabatina</i>	Trepatroncos sepia	Registrada	Pr	Rara
Furnariidae	<i>Dendrocincla homochroa</i>	Trepatroncos rojizo	Registrada	-	Rara
Furnariidae	<i>Dendrocolaptes sanctithomae</i>	Trepatroncos barrado	Registrada	Pr	Rara
Furnariidae	<i>Sittasomus griseicapillus</i>	Trepatroncos oliváceo	Registrada	-	Escasa
Furnariidae	<i>Xyphorhynchus flavigaster</i>	Trepatroncos bigotudo	Registrada	-	Escasa
Hirundinidae	<i>Petrochelidon fulva</i>	Golondrina pueblera	Registrada	-	Rara
Icteridae	<i>Amblycercus holoceriseus</i>	Cacique pico blanco	Registrada	-	Rara
Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	Registrada	-	Escasa
Icteridae	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	Registrada	-	Escasa
Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero encapuchado	Registrada	-	Escasa
Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de Altamira	Registrada	-	Escasa
Icteridae	<i>Icterus prothemelas</i>	Bolsero dominico	Registrada	-	Rara
Icteridae	<i>Icterus spurius</i>	Bolsero castaño	Registrada	-	Rara
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	Registrada	-	Rara
Insertae sedis	<i>Saltator atriceps</i>	Picurero cabeza negra	Registrada	-	Escasa

Familia	Especie	Nombre común	Registrada / potencial	NOM-059	Abundancia
Insertae sedis	<i>Saltator coerulescens</i>	Picurero grisáceo	Registrada	-	Rara
Mimidae	<i>Dumetella carolinensis</i>	Mauillador gris	Registrada	-	Escasa
Mimidae	<i>Melanoptila glabirostris</i>	Mauillador negro	Registrada	Pr	Escasa
Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	Registrada	-	Frecuentes
Momotidae	<i>Eumomota superciliosa</i>	Momoto ceja azul	Registrada	-	Escasa
Nyctibiidae	<i>Nyctibius jamaicensis</i>	Bienparado norteño	Registrada	-	Rara
Parulidae	<i>Dendroica magnolia</i>	Chipe de magnolia	Registrada	-	Escasa
Parulidae	<i>Dendroica palmarum</i>	Chipe playero	Registrada	-	Rara
Parulidae	<i>Dendroica virens</i>	Chipe dorso verde	Registrada	-	Rara
Parulidae	<i>Geothlypis trichas</i>	Chipe enmascarado	Registrada	-	Rara
Parulidae	<i>Mniotilta varia</i>	Chipe trepador	Registrada	-	Escasa
Parulidae	<i>Parula americana</i>	Parula norteña	Registrada	-	Rara
Parulidae	<i>Seiurus aurocapilla</i>	Chipe suelero	Registrada	-	Rara
Parulidae	<i>Setophaga ruticilla</i>	Chipe flameante	Registrada	-	Escasa
Parulidae	<i>Wilsonia citrina</i>	Chipe encapuchado	Registrada	-	Rara
Phasianidae	<i>Meleagris ocellata</i>	Pavo ocelado	Registrada	Pr	Escasa
Picidae	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero pico plata	Registrada	Pr	Escasa
Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	Registrada	-	Rara
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	Registrada	-	Frecuentes
Picidae	<i>Piculus rubiginosus</i>	Carpintero oliváceo	Registrada	-	Rara

Familia	Especie	Nombre común	Registrada / potencial	NOM-059	Abundancia
Picidae	<i>Veniliornis fumigatus</i>	Carpintero café	Registrada	-	Escasa
Pipridae	<i>Pipra mentalis</i>	Manaquin cabeza roja	Registrada	-	Rara
Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	Registrada	Pr	Frecuentes
Psittacidae	<i>Amazona xantholora</i>	Loro yucateco	Registrada	A	Rara
Psittacidae	<i>Aratinga nana</i>	Perico pecho sucio	Registrada	Pr	Común
Ramphastidae	<i>Pteroglossus torquatus</i>	Aracari de collar	Registrada	Pr	Rara
Ramphastidae	<i>Ramphastos sulphuratus</i>	Tucán real	Registrada	A	Frecuentes
Silviidae	<i>Polioptila caerulea</i>	Perlita azul	Registrada	-	Rara
Silviidae	<i>Polioptila plumbea</i>	Perlita tropical	Registrada	Pr	Rara
Silviidae	<i>Ramphocaenus melanurus</i>	Soterillo picudo	Registrada	-	Rara
Strigidae	<i>Ciccaba virgata</i>	Búho café	Registrada	-	Rara
Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajeño	Registrada	-	Rara
Thamnophilidae	<i>Thamnophilus doliatus</i>	Batará barrado	Registrada	-	Rara
Trochiliidae	<i>Amazilia candida</i>	Colibrí cándido	Registrada	-	Rara
Trochiliidae	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canelo	Registrada	-	Rara
Trochiliidae	<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí yucateco	Registrada	-	Escasa
Trochiliidae	<i>Campylopterus curvipennis</i>	Fandanguero cola cuña	Registrada	-	Rara
Trochiliidae	<i>Chlorostilbon canivetii</i>	Colibrí esmeralda	Registrada	-	Rara
Troglodytidae	<i>Thryothorus ludovicianus</i>	Chivirín de carolina	Registrada	-	Escasa
Troglodytidae	<i>Thryothorus maculipectus</i>	Chivirín moteado	Registrada	-	Escasa
Troglodytidae	<i>Troglodytes</i>	Chivirín ratón	Registrada	-	Rara

Familia	Especie	Nombre común	Registrada / potencial	NOM-059	Abundancia
	<i>aedon</i>				
Troglodytidae	<i>Uropsila leucogastra</i>	Chivirpin vientre blanco	Registrada	-	Rara
Trogonidae	<i>Trogon collaris</i>	Trogón de collar	Registrada	Pr	Rara
Trogonidae	<i>Trogon melanocephalus</i>	Trogón cabeza negra	Registrada	-	Escasa
Trogonidae	<i>Trogon violaceus</i>	Trogón violáceo	Registrada	-	Escasa
Turdidae	<i>Hylocichla mustelina</i>	Zorzal maculado	Registrada	-	Rara
Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo pardo	Registrada	-	Escasa
Tyrannidae	<i>Camptostoma imberbe</i>	Mosquero lampiño	Registrada	-	Rara
Tyrannidae	<i>Contopus cinereus</i>	Pibí tropical	Registrada	-	Rara
Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	Registrada	-	Rara
Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste	Registrada	-	Rara
Tyrannidae	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Papamoscas tirano	Registrada	-	Rara
Tyrannidae	<i>Myiarchus yucatanicus</i>	Papamoscas yucateco	Registrada	-	Escasa
Tyrannidae	<i>Myiopagis viridicata</i>	Elaenia vercosa	Registrada	-	Rara
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	Registrada	-	Rara
Tyrannidae	<i>Oncostoma cinereigulare</i>	Mosquero pico curvo	Registrada	-	Rara
Tyrannidae	<i>Pachyramphus aglaiae</i>	Mosquero cabezón	Registrada	-	Rara
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	Registrada	-	Escasa
Tyrannidae	<i>Platyrinchus cancrominus</i>	Mosquero pico chato	Registrada	Pr	Escasa
Tyrannidae	<i>Schiffornis turdina</i>	Saltarín café	Registrada	-	Rara
Tyrannidae	<i>Tityra semifasciata</i>	Titira enmascarado	Registrada	-	Escasa

Familia	Especie	Nombre común	Registrada / potencial	NOM-059	Abundancia
Tyrannidae	<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	Mosquero ojo blanco	Registrada	-	Rara
Tyrannidae	<i>Tyrannus couchii</i>	Tirano silbador	Registrada	-	Escasa
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	Registrada	-	Rara
Vireonidae	<i>Cychlaris gujanensis</i>	Vireón ceja rufa	Registrada	-	Rara
Vireonidae	<i>Vireo griseus</i>	Vireo ojo blanco	Registrada	-	Escasa
Vireonidae	<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	Registrada	Pr	Escasa

Estado de conservación NOM-059- SEMARNAT-2010

Se tiene un potencial de 15 especies enlistadas bajo la norma, de estas 3 están catalogadas bajo el estatus de amenazadas, 8 bajo el estatus de protección especial y 4 bajo el estatus de extinta.

Tabla IV.16. Listado de especies de aves catalogadas por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Especie	Nombre común	NOM-059- SEMARNAT-2010
<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán americano	Pr
<i>Agamia agami</i>	Garza agami	Pr
<i>Amaurolimnas concolor</i>	Cotara café	A
<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	Pr
<i>Amazona oratrix</i>	Loro cabeza amarilla	P
<i>Amazona xantholora</i>	Loro yucateco	A
<i>Aratinga nana</i>	Perico pecho sucio	Pr
<i>Aulacorhynchus prasinus</i>	Tucancito esmeralda	Pr
<i>Botaurus pinnatus</i>	Avetoro	A
<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla aura	Pr
<i>Buteogallus anthracinus</i>	Gavilan cangrejero	Pr
<i>Buteogallus urubitinga</i>	Aguililla negra mayor	Pr
<i>Campephillus guatemalensis</i>	Carpintero pico plata	Pr
<i>Celeus castaneus</i>	Carpintero castaño	Pr
<i>Crax rubra</i>	Hocofaisán	Pr

Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	Tinamu	Pr
<i>Dendrocincla anabatina</i>	Trepatroncos sepia	Pr
<i>Dendrocolaptes sanctithomae</i>	Trepatroncos barrado	Pr
<i>Eucometis penicillata</i>	Tángara cabeza ris	Pr
<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	Aguililla cola blanca	Pr
<i>Geranospiza caerulescens</i>	Gavilán zancón	A
<i>Melanoptila glabirostris</i>	Mauillador negro	Pr
<i>Meleagris ocellata</i>	Pavo ocelado	Pr
<i>Micrastur semitorquatus</i>	Halcón selvático de collar	Pr
<i>Patagioenas speciosa</i>	Paloma escamosa	Pr
<i>Platyrinchus cancrominus</i>	Mosquero pico chato	Pr
<i>Polioptila plumbea</i>	Perlita tropical	Pr
<i>Pteroglossus torquatus</i>	Aracari de collar	Pr
<i>Ramphastos sulphuratus</i>	Tucán real	A
<i>Rosthramus sociabilis</i>	Gavilán caracolero	Pr
<i>Spizaetus ornatus</i>	Águila elegante	P
<i>Spizaetus tyrannus</i>	Aguila crestada	P
<i>Trogon collaris</i>	Trogón de collar	Pr
<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	Pr

Mamíferos asociados a las selvas del sistema ambiental

Riqueza

La distribución de distintas especies de mamíferos dentro de las selvas del sistema ambiental, se asocian a la capacidad que brindan de proveer alimento y refugio, así como centros de dispersión hacia otros puntos del sistema. En este sentido para los ecosistemas de selva (con sus respectivas variantes) se tiene identificada una distribución potencial de 45 especies, pertenecientes a 22 familias y 6 ordenes. Entre los grupos más diverso se encuentran los murciélagos (Chiroptera), los carnívoros (Carnivora) y los roedores (Rodentia).

De las especies registradas, 31 de ellas se distribuyen exclusivamente en este hábitat, que corresponde al 42.46% de la mastofauna total potencial para el SAR. La mayoría de las especies exclusivas son de roedores y murciélagos, grupos que dependen mucho de los recursos alimenticios que proporciona este hábitat, pues allí abundan las semillas y frutas que son los principales alimentos de estos mamíferos.



Figura IV.41. Especies de mamíferos registrados dentro del SAR. (Imagen Der. *Odocoileus virginianus* encontrado muerto durante los muestreos en campo).

Abundancia

La especie más abundante fue un murciélago de la familia Phyllostomidae (*Artibeus jamaicensis*); registrando 14 individuos a lo largo del muestreo. Este tipo de murciélagos conforman junto con otros del mismo género un gremio de murciélagos de hábitos frugívoros y dispersores de una gran cantidad de semillas, son muy abundantes y ampliamente distribuidos en México y por consiguiente no presentan problemas de conservación. Cabe destacar que dentro de las Selvas se encuentran especies que generalmente presentan problemas de conservación pues son cazados, sin embargo en el sistema ambiental se presentan con una abundancia relativa alta, por ejemplo la zorra Gris (*Urocyon cinereoargenteus*) o el tejón (*Nasua narica*). Un análisis de las abundancias de los diferentes gremios de mamíferos registrados indica que dentro de las selvas caducifolias los grupos con mayor número de especies abundantes son los roedores y los carnívoros, mientras que el grupo que suma la mayor cantidad de especies raras son los quirópteros.

Tabla IV.17. Listas de especies de Mamíferos registrad0s para las selvas durante los levantamientos en campo, se indica el estatus respecto a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la abundancia registrada.

Especie	Nombre común	Registrada / potencial	NOM-059	Abundancia
<i>Alouatta pigra</i>	Mono aullador	Registrada	P	Escasa
<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago	Registrada	-	Abundante
<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago	Registrada	-	Escasa
<i>Artibeus phaeotis</i>	Murciélago	Registrada	-	Escasa
<i>Carollia sowelli</i>	Murciélago	Registrada	-	Frecuentes
<i>Centurio senex</i>	Murciélago	Registrada	-	Rara
<i>Coenduo mexicanus</i>	Puerco espín	Registrada	A	Escasa
<i>Conepatus semiestriatus</i>	Zorrillo	Registrada	Pr	Frecuentes
<i>Cuniculus paca</i>	Tepezcuintle	Registrada	-	Abundante
<i>Dasypus novemcintus</i>	Armadillo	Registrada	-	Escasa
<i>Eira barbara</i>	Cabeza de viejo	Registrada	P	Escasa

Especie	Nombre común	Registrada / potencial	NOM-059	Abundancia
<i>Eptesicus furinalis</i>	Murciélago	Registrada	-	Rara
<i>Eumops underwoodi</i>	Murciélago	Registrada	-	Rara
<i>Heteromys gaumeri</i>	Ratón	Registrada	-	Escasa
<i>Lasiurus ega</i>	Murciélago	Registrada	-	Rara
<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	Registrada	P	Frecuentes
<i>Leopardus wiedii</i>	Tigrillo	Registrada	P	Frecuentes
<i>Lonchorhina aurita</i>	Murciélago	Registrada	A	Rara
<i>Mazama pandora</i>	Venado temazate	Registrada	-	Abundante
<i>Mimon cozumelae</i>	Murciélago	Registrada	A	Escasa
<i>Mormoops megalophylla</i>	Murciélago	Registrada	-	Rara
<i>Myotis keaysi</i>	Murciélago	Registrada	-	Rara
<i>Nasua narica</i>	Coati	Registrada	-	Común
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	Registrada	-	Frecuentes
<i>Ototylomys phyllotis</i>	Ratón	Registrada	-	Común
<i>Pteronotus davyi</i>	Murciélago	Registrada	-	Rara
<i>Pteronotus parnellii</i>	Murciélago	Registrada	-	Rara
<i>Puma concolor</i>	Puma	Registrada	Pr	Abundante
<i>Saccopteryx bilineata</i>	Murciélago	Registrada	-	Rara
<i>Sciurus deppei</i>	Ardilla roja	Registrada	-	Escasa
<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla gris	Registrada	-	Común
<i>Sciurus deppei</i>	Ardilla roja	Registrada	-	Escasa
<i>Sturnira lilium</i>	Murciélago	Registrada	-	Escasa
<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero	Potencial	P	Escasa
<i>Tayassu tajacu</i>	Pecarí collar	Registrada	-	Común
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	Registrada	-	Abundante

Endemismo

Dos especies registradas en las selvas del SAR presentan algún grado de endemismo, el primero es el ratón (*Heteromys gaumeri*), que se distribuye solamente en la Península de Yucatán y la ardilla gris (*Sciurus yucatanensis*), que es de distribución restringida a Mesoamérica. Todas las demás especies tienen distribuciones muy amplias en México, en Centroamérica e inclusive dentro del continente americano.



Figura IV.42. *Didelphis virginiana*, *Procyon lotor* y *Peromyscus yucatinus*.

Estado de conservación NOM-059- SEMARNAT-2010

De acuerdo a la asociación florística de las especies potenciales del SAR y a los registros obtenidos en campo (métodos directos e indirectos) tenemos que para las selvas del SAR existe una distribución potencial de 13 especies catalogadas por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV.18. Listado de especies de Mamíferos catalogados por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Familia	Especie	Nombre común	Registrada / potencial	NOM-059-SEMARNAT-2010
Cebidae	<i>Ateles geoffroyi</i>	Mono araña	Potencial	P
Felidae	<i>Puma yagouaroundi</i>	Jaguarundi	Potencial	A
Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	Registrada	P
Felidae	<i>Leopardus wiedii</i>	Tigrillo	Registrada	P
Felidae	<i>Panthera onca</i>	Jaguar	Potencial	P
Felidae	<i>Puma concolor</i>	Puma	Registrada	Pr
Mustelidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorrillo	Registrada	Pr
Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	Cabeza de viejo	Registrada	P
Phyllostomidae	<i>Lonchorhina aurita</i>	Murciélago	Registrada	A
Phyllostomidae	<i>Mimon cozumelae</i>	Murciélago	Registrada	A
Cebidae	<i>Alouatta pigra</i>	Mono aullador	Registrada	P
Erethizontidae	<i>Coenduo mexicanus</i>	Puerco espín	Registrada	A
Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero	Potencial	P

Perturbaciones recurrentes

Es indudable que a nivel global, una de las perturbaciones históricas más intensas y recurrentes, que se han dado en la Península de Yucatán, generada por la combinación de las catástrofes naturales y la elevada actividad de la cultura maya a través del manejo

de las selvas desde la clásica roza tumba y quema, para producir la milpa que genera acahuales en distintos grados de sucesión, hasta la extracción de chicle, y la caza asociada a esta. En el SAR, durante los últimos años ha habido apertura de brechas y desmontes, para cubrir la demanda de insumos para la construcción de viviendas, esto es notable en las zonas donde se ubican los asentamientos humanos presentes en el SAR, particularmente en la comunidad de Monte Olivo y al Norte de Venustiano Carranza. Actualmente existen numerosas especies adaptadas a los ambientes generados por estas perturbaciones, que resultan en vegetación secundaria en distintos grados de sucesión. La vegetación es, muy diferente a las de las selvas (selva mediana subperennifolia y selva baja caducifolia inundable), en cuanto a presencia y abundancia de especies, estructura arbórea y fisonomía de las plantas, en consecuencia, para la fauna, ofrecen una serie de microhabitats, alimentos, sitios de refugio y reproducción que no se presentan en los otros ambientes descritos.

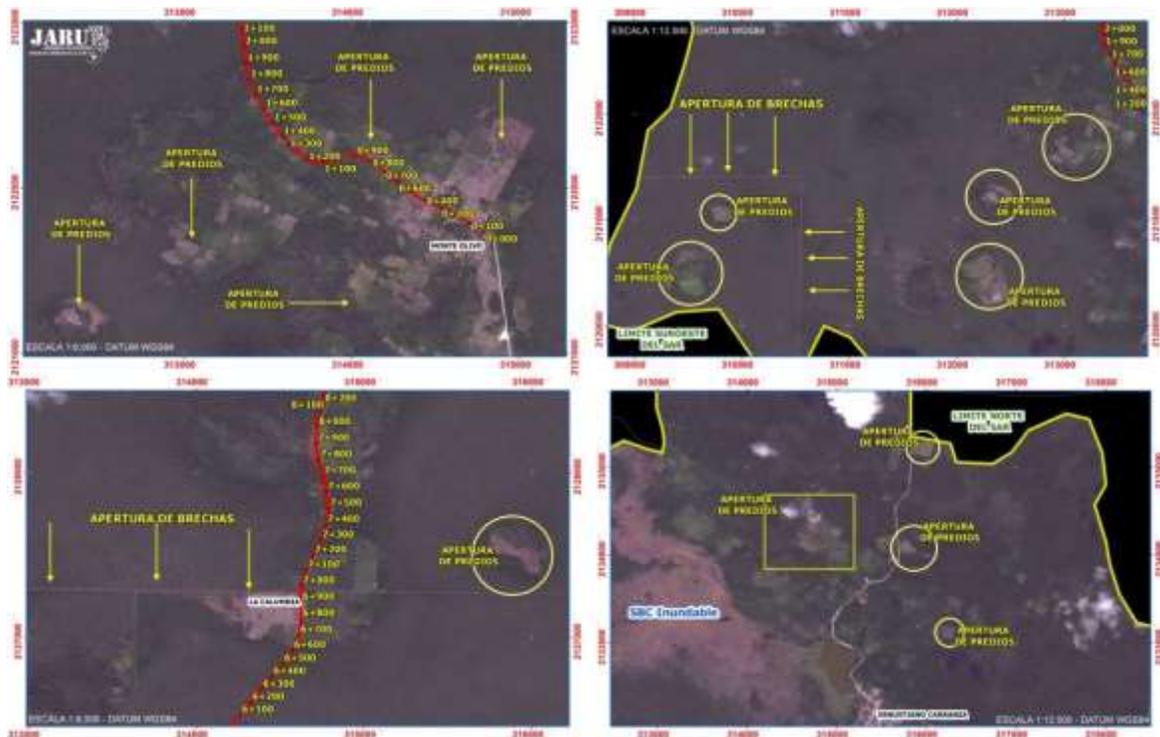


Figura IV.43. Áreas perturbadas al interior del SAR.

Para la fauna asociada a estas regiones, la diversidad es poco significativa en comparación con las zonas inundables y las selvas del SAR, aquí se registró el 35.17% de la fauna del SAR. La riqueza de vertebrados de las áreas abiertas está constituida por 108 especies repartidas en 4 anfibios, 8 de reptiles, 17 mamíferos y 79 aves (Figura IV.44). Una particularidad es que dentro de las áreas perturbadas no se registraron gran cantidad de especies de anfibios, pero también es notable la baja cantidad de reptiles identificados y reportados por los pobladores.

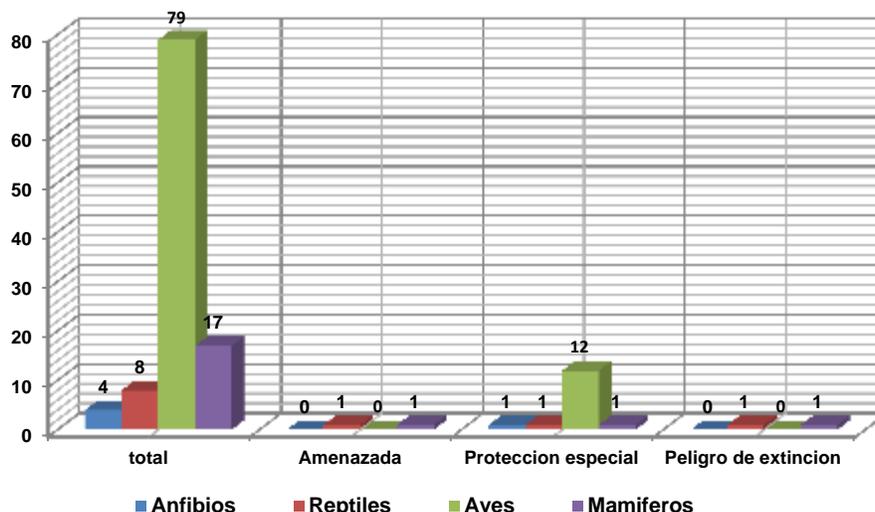


Figura IV.44. Número de especies de vertebrados en las zonas perturbadas del SAR se incluye el número de especies catalogadas en la Nom-059-SEMARNAT-2010.

En las zonas perturbadas del SAR se distribuyen 19 especies bajo alguna categoría de conservación (NOM-059-SEMARNAT-2010), este es el hábitat con menor número de especies frágiles en el SAR. Existen dos vertebrados en peligro de extinción, dos especies catalogadas como amenazadas y 15 en protección especial (Tabla IV.XX).

Tabla IV.19. Especies catalogadas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 de acuerdo al listado potencial de fauna propuesta y su asociación a zonas perturbadas.

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Craugastoridae	<i>Craugastor yucatanensis</i>	<i>Rana de hojarasca</i>	Pr
Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	Pr
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana negra	Registrada
Iguanidae	<i>Ctenosaura defensor</i>	Iguana yucateca	Registrada
Accipitridae	<i>Accipiter striatus</i>	Gavilan americano	Pr
Falconidae	<i>Micrastur semitorquatus</i>	Halcón selvático de collar	Pr
Cracidae	<i>Crax rubra</i>	Hocofaisán	Pr
Furnariidae	<i>Dendrocolaptes sanctithomae</i>	Trepatroncos barrado	Pr
Silviidae	<i>Polioptila plumbea</i>	Perlita tropical	Pr
Vireonidae	<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	Pr
Ardeidae	<i>Agamia agami</i>	Garza agami	Pr
Picidae	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero pico plata	Pr

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Ramphastidae	<i>Pteroglossus torquatus</i>	Aracari de collar	Pr
Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	Pr
Psittacidae	<i>Aratinga nana</i>	Perico pecho sucio	Pr
Trogonidae	<i>Trogon collaris</i>	Trogón de collar	Pr
Cebidae	<i>Ateles geoffroyi</i>	Mono araña	P
Felidae	<i>Puma yagouaroundi</i>	Jaguarundi	A
Mustelidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorrillo	Pr

Anfibios y Reptiles asociados a las Zonas Perturbadas del SAR

Riqueza

Dentro de la zona de perturbadas y asociaciones vegetales similares se observaron 12 especies de reptiles constituidos por 3 órdenes, 4 familias y 11 géneros. Los saurios típicos de este hábitat son la iguana (*Ctenosaura similis*, *C. defensor* e *Iguana iguana*) y una gran cantidad de Gekos, a estas especies es común observarlas desplazándose entre los cultivos y caminos buscando insectos, en el caso particular de la cuija (*Hemidactylus frenatus*) está asociada a las construcciones humanas, es una especie introducida de Europa, de manera accidental a través de los barcos cargueros a finales del siglo pasado, ya que no se tienen registros en la Península de Yucatán anteriores a 1980.



Figura IV.45. Algunos especies de reptiles registradas en las zonas perturbadas (*Ctenosaura similis* y *Ameiva undulata*).

Abundancia

Los reptiles presentes en zonas perturbadas del SAR, son abundantes y de distribución amplia, y en su mayoría son ecológicamente generalistas. Es usual encontrarlas también dentro de las selvas. Las especies más abundante dentro de este tipo de vegetación fueron la iguana verde (*Iguana iguana*) y la lagartija escamosa (*Sceloporus chrysocticus*) así como *Rhinella marina* e *Incillus valliceps* (sapos), esta última es de las especies más abundantes hacia los límites de la selva baja caducifolia inundable y la comunidad de Venustiano Carranza.

Tabla IV.20. Estimación de la abundancia de las especies de anfibios y reptiles identificados durante los muestreos de campo.

Familia	Especie	Abundancia
Bufonidae	<i>Incilus valliceps</i>	Abundante
Bufonidae	<i>Rhinella marina</i>	Abundante
Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Abundante
Dactyloidae	<i>Anolis lemurinus</i>	Abundante
Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Rara
Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Abundante
Iguanidae	<i>Ctenosaura defensor</i>	Rara
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Abundante
Polychrotidae	<i>Anolis rodriguezii</i>	Escasa

Endemismo

Casi ninguna de las especies típicas de zonas perturbadas presentan distribuciones restringidas o endémicas, muy por el contrario son de distribuciones amplias, se les puede encontrar en todo el sureste Mexicano y en varios países de Centroamérica. Solo *Sceloporus chrysostictus* presenta una distribución restringida a la Península de Yucatán, sin embargo es una especie muy abundante dentro del SAR.

Estado de conservación NOM-059-SEMARNAT-2010

Cuatro especies de reptiles y anfibios (con distribución potencial en áreas perturbadas) están catalogados por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Tabla IV.21) de estas dos están listadas bajo el estatus de Protección especial (*Craugastor yucatanensis* e *Iguana iguana*), una bajo el estatus de Amenazada (*Ctenosaura similis*) y una más bajo el estatus de Peligro de extinción (*Ctenosaura defensor*).

Tabla IV.21. Especies de Anfibios y Reptiles con distribución potencial dentro de las zonas perturbadas y que guardan algún estado de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Craugastoridae	<i>Craugastor yucatanensis</i>	Rana de hojarasca	Pr
Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	Pr
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana negra	A
Iguanidae	<i>Ctenosaura defensor</i>	Iguana yucateca	P

Aves asociadas a las Zonas Perturbadas del SAR

Riqueza

Las especies de aves observadas en este ecosistema suman un total de 79, contenidas en 12 órdenes, 27 familias y 66 géneros. El 59.49% de las especies con distribución potencial para este tipo de asociaciones florísticas corresponden a Passeriformes.

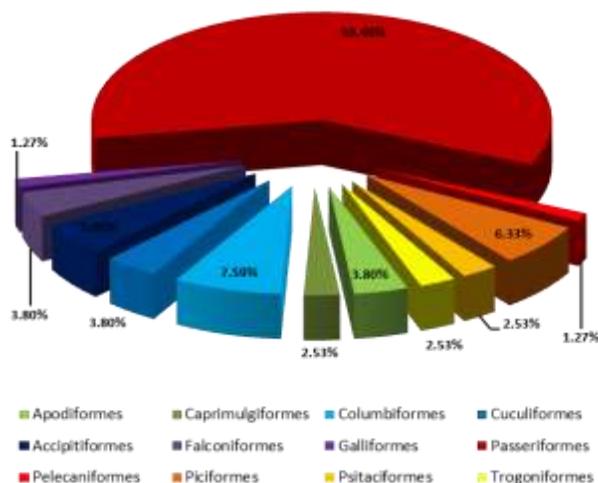


Figura IV.46. Contribución porcentual de especies de los diferentes grupos de aves a la avifauna de las zonas perturbadas del SAR.

Del total de aves, el 7.59% son exclusivas de este hábitat aunque todas son consideradas como de distribución potencial del SAR.

Abundancia

Solo dos especies son abundantes en las zonas perturbadas, destacando la *Columbina passerina* y a *Cyanocorax morio*, aves típicas de las zonas de cultivo y áreas abiertas. En relación a los registros obtenidos tenemos que 45 especies son consideradas como raras, 28 como escasas, 3 como frecuentes y una como común.

Tabla IV.22. Abundancia de las especies registradas en las zonas perturbadas del SAR.

Especie	N. común	Registro	Abundancia
<i>Accipiter striatus</i>	Gavilan americano	Registrada	Rara
<i>Agamia agami</i>	Garza agami	Potencial	Rara
<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canelo	Registrada	Rara
<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí yucateco	Registrada	Escasa
<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	Registrada	Frecuentes
<i>Amblycercus holoceriseus</i>	Cacique pico blanco	Registrada	Rara

Especie	N. común	Registro	Abundancia
<i>Aratinga nana</i>	Perico pecho sucio	Registrada	Común
<i>Arremonops chloronotus</i>	Rascador dorso verde	Registrada	Escasa
<i>Buteo brachyurus</i>	Gavilán de cola corta	Registrada	Rara
<i>Buteo nitidus</i>	Gavilán gris	Registrada	Rara
<i>Campephillus guatemalensis</i>	Carpintero pico plata	Registrada	Escasa
<i>Camptostoma imberbe</i>	Mosquero lampiño	Registrada	Rara
<i>Campylopterus curvipennis</i>	Fandanguero cola cuña	Registrada	Rara
<i>Caprimulgus badius</i>	Tapacaminos huil	Registrada	Rara
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote común	Registrada	Rara
<i>Claravis pretiosa</i>	Tórtola azul	Registrada	Rara
<i>Columbina passerina</i>	Tortolita comun	Registrada	Abundante
<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtola rojiza	Registrada	Rara
<i>Contopus cinereus</i>	Pibí tropical	Registrada	Rara
<i>Crax rubra</i>	Hocofaisán	Registrada	Rara
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatera pijuy	Registrada	Escasa
<i>Cyanocomps parellina</i>	Colorín azul negro	Registrada	Escasa
<i>Cyanocorax morio</i>	Urraca	Registrada	Abundante
<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara verde	Registrada	Escasa
<i>Dendrocolaptes sanctithomae</i>	Trepatroncos barrado	Registrada	Rara
<i>Dendroica magnolia</i>	Chipe de magnolia	Registrada	Escasa
<i>Dendroica virens</i>	Chipe dorso verde	Registrada	Rara
<i>Dromococcyx phasianellus</i>	Cuclillo faisán	Registrada	Rara
<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	Registrada	Rara
<i>Dumetella carolinensis</i>	Mauillador gris	Registrada	Escasa
<i>Euphonia affinis</i>	Eufonia garganta negra	Registrada	Rara
<i>Euphonia hirundinacea</i>	Eufonia	Registrada	Rara
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	Registrada	Rara
<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos	Registrada	Escasa
<i>Geothlypis trichas</i>	Chipe enmascarado	Registrada	Rara
<i>Hylocichla mustelina</i>	Zorzal maculado	Registrada	Rara
<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	Registrada	Escasa
<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero encapuchado	Registrada	Escasa
<i>Icterus prothemelas</i>	Bolsero dominico	Registrada	Rara

Especie	N. común	Registro	Abundancia
<i>Icterus spurius</i>	Bolsero castaño	Registrada	Rara
<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	Registrada	Escasa
<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	Registrada	Rara
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	Registrada	Frecuentes
<i>Micrastur semitorquatus</i>	Halcón selvático de collar	Registrada	Rara
<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	Registrada	Frecuentes
<i>Mniotilta varia</i>	Chipe trepador	Registrada	Escasa
<i>Myiopagis viridicata</i>	Elaenia vercosa	Registrada	Rara
<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	Registrada	Rara
<i>Nyctibius jamaicensis</i>	Bienparado norteño	Registrada	Rara
<i>Oncostoma cinereigulare</i>	Mosquero pico curvo	Registrada	Rara
<i>Parula americana</i>	Parula norteña	Registrada	Rara
<i>Passerina cyanea</i>	Azulejo	Registrada	Escasa
<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada	Registrada	Escasa
<i>Petrochelidon fulva</i>	Golondrina pueblera	Registrada	Rara
<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Degollado	Registrada	Rara
<i>Piranga roseogularis</i>	Tángara yucateca	Registrada	Rara
<i>Piranga rubra</i>	Tángara roja	Registrada	Rara
<i>Polioptila caerulea</i>	Perlita azul	Registrada	Rara
<i>Polioptila plumbea</i>	Perlita tropical	Registrada	Rara
<i>Pteroglossus torquatus</i>	Aracari de collar	Registrada	Rara
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	Registrada	Rara
<i>Ramphocaenus melanurus</i>	Soterillo picudo	Registrada	Rara
<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguillilla caminera	Registrada	Escasa
<i>Thraupis episcopus</i>	Tángara azul gris	Registrada	Rara
<i>Thryothorus ludovicianus</i>	Chivirín de carolina	Registrada	Escasa
<i>Thryothorus maculipectus</i>	Chivirín moteado	Registrada	Escasa
<i>Tiaris olivacea</i>	Semillero oliváceo	Registrada	Escasa
<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	Mosquero ojo blanco	Registrada	Rara
<i>Trogon collaris</i>	Trogón de collar	Registrada	Rara
<i>Trogon violaceus</i>	Trogón violáceo	Registrada	Escasa
<i>Turdus grayi</i>	Mirlo pardo	Registrada	Escasa
<i>Tyrannus couchii</i>	Tirano silbador	Registrada	Escasa

Especie	N. común	Registro	Abundancia
<i>Veniliornis fumigatus</i>	Carpintero café	Registrada	Escasa
<i>Vireo griseus</i>	Vireo ojo blanco	Registrada	Escasa
<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	Registrada	Escasa
<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	Registrada	Escasa
<i>Wilsonia citrina</i>	Chipe encapuchado	Registrada	Rara
<i>Xyphorhynchus flavigaster</i>	Trepatroncos bigotudo	Registrada	Escasa
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	Registrada	Escasa

Para el caso de estas especies se consideró que las zonas modificadas forman parte esencial de su ámbito hogareño y usan este hábitat para cumplir algunas necesidades de su ciclo de vida. Para las especies con abundancias raras se considera, que son utilizadas únicamente como áreas de paso entre los parches de vegetación bien conservadas.

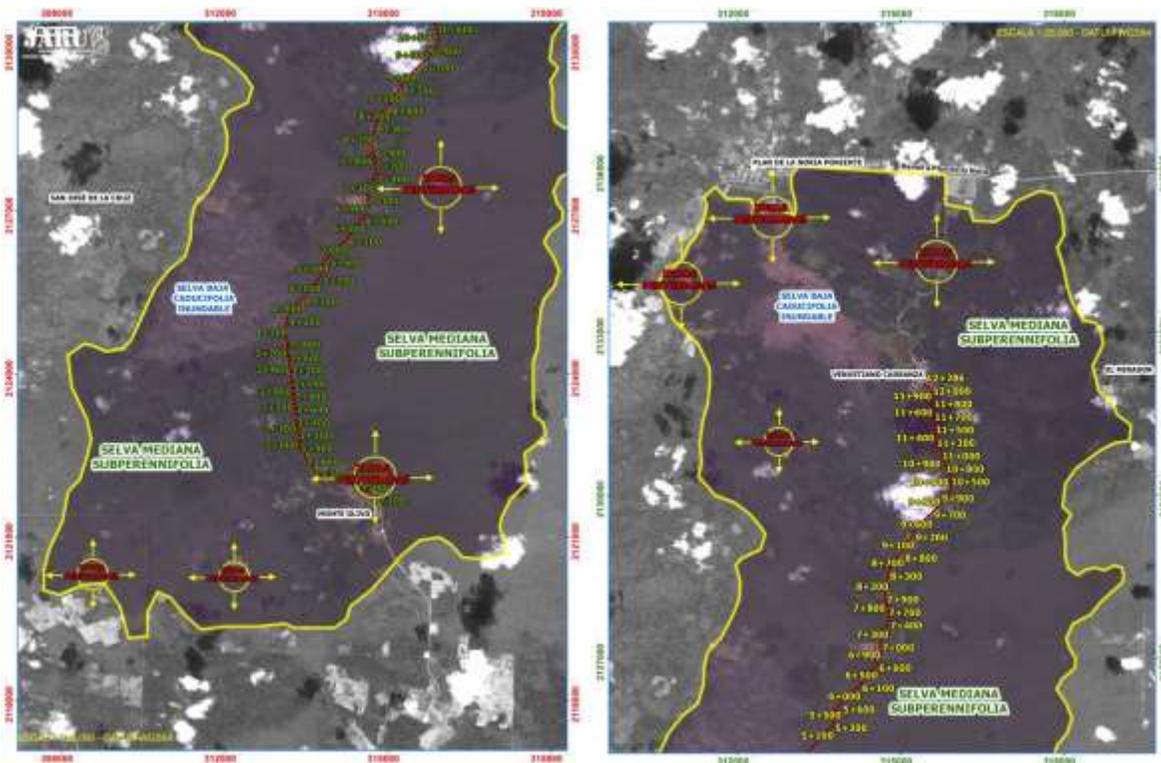


Figura IV.47. Región Norte y Sur del SAR, se indican los sitios donde se han realizado desmonte para dar paso al desarrollo de agricultura de temporal, estos sitios son utilizados algunas aves como áreas de descanso y puntos de dispersión hacia otras regiones del SAR.

Endemismo

Tres aves tienen distribuciones restringidas a México, las tres pertenecientes al orden Passeriformes. La chara yucataná (*Cyanocorax yucatanicus*) se distribuye a lo largo de toda la Península de Yucatán, el bolsero yucateco (*Icterus auratus*) solo en los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo, y por último el Maullador negro (*Melanoptila glabrirostris*) distribuido únicamente en las zonas costeras de Quintana Roo y Yucatán y en las islas mar adentro, por ejemplo Cozumel.

Migratorias

Las especies migratorias en las áreas perturbadas son pocas (Tabla IV.23) y pertenecen casi exclusivamente al grupo de los Passeriformes. Se encuentran dos Chipes, (*Dendroica magnolia* y *Dendroica virens*) un Vireo (*Vireo griseus*), un maullador (*Dumetella carolinensis*) y el pájaro siete colores (*Passerina ciris*). Son originarios de Canadá y del centro y Norte de Estados Unidos. Pasan el invierno en el sureste de México y en la Península de Yucatán. Estos Passerinos son raros desde el punto de vista demográfico en las zonas perturbadas y con seguridad utilizan las zonas perturbadas para moverse entre los diferentes hábitats.

Tabla IV.23. Aves migratorias registradas en las zonas perturbadas del SAR.

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernicalo americano
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>	Siete colores
	Mimidae	<i>Dumetella carolinensis</i>	Maullador gris
		<i>Dendroica magnolia</i>	Chipe de magnolia
	Parulidae	<i>Dendroica virens</i>	Chipe dorso verde
		Vireonidae	<i>Vireo griseus</i>

Estado de Conservación NOM-059-SEMARNAT-2010

La especie *Vireo pallens* mejor conocido como pájaro manglero es la única de las aves que habitan zonas perturbadas, listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se encuentra bajo el estatus de protección especial. Es un ave que fue registrada en los demás ambientes del SAR. En total para este grupo de vertebrados se consideran 12 especies catalogadas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 de acuerdo a la distribución potencial. Todas ellas estas consideradas en el estatus de Protección especial.

Tabla IV.24. Especies de Aves con distribución potencial dentro de las zonas perturbadas y que guardan algún estado de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Familia	Especie	N. común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Accipitridae	<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán americano	Pr
Falconidae	<i>Micrastur semitorquatus</i>	Halcón selvático de collar	Pr
Cracidae	<i>Crax rubra</i>	Hocofaisán	Pr
Furnariidae	<i>Dendrocolaptes sanctithomae</i>	Trepatroncos barrado	Pr
Silviidae	<i>Polioptila plumbea</i>	Perlita tropical	Pr
Vireonidae	<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	Pr
Ardeidae	<i>Agamia agami</i>	Garza agami	Pr
Picidae	<i>Campephillus guatemalensis</i>	Carpintero pico plata	Pr
Ramphastidae	<i>Pteroglossus torquatus</i>	Aracari de collar	Pr
Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	Pr
Psittacidae	<i>Aratinga nana</i>	Perico pecho sucio	Pr
Trogonidae	<i>Trogon collaris</i>	Trogón de collar	Pr

Mamíferos asociados a las Zonas Perturbadas del SAR

Riqueza

En las zonas perturbadas del SAR se registraron 17 especies de mamíferos, repartidas en 4 órdenes, 10 familias y 16 géneros. La mayor diversidad es aportada por el grupo de los quirópteros, dentro de esta vegetación se distribuyen 8 murciélagos y 7 carnívoros, entre otros grupos (Figura IV.48). Las especies *Pteronotus davyi* y *Didelphis virginiana* son exclusivas de esta asociación vegetal. La presencia de estas especies en cualquiera de los ecosistemas es un indicador del estado de conservación.

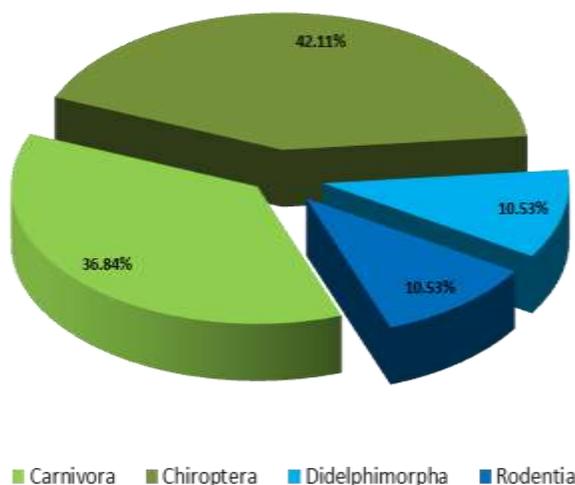


Figura IV.48. Riqueza de mamíferos de las zonas perturbadas del SAR.

Abundancia

Los mamíferos de los hábitats alterados del SAR tienen tamaños poblacionales pequeños; existen 9 especies raras o escasas, dentro de esta categoría están los felinos como el leoncillo yaguarundi (*Puma yagouaroundi*) y el Puma (*Puma concolor*). Estas especies fueron registradas una sola vez en las zonas perturbadas durante todo el estudio, concluyendo que aunque están presentes en las áreas modificadas, fueron registros ocasionales, lo que sugiere que son especies de paso en estos ambientes. Asimismo, muchos campesinos han construido brechas para comunicar sus terrenos, el tamaño de la brecha depende si la comunicación es a pie o a través de sus vehículos, estos caminos son utilizados por la fauna silvestre para trasladarse de un sitio a otro, en muchas ocasiones los caminos desembocan o atraviesan zonas de cultivo o áreas abiertas y es cuando son registradas para esos ambiente.

Las especies con poblaciones abundantes son varios murciélagos y ratones (Tabla IV.25), en este último caso se consideró que las zonas modificadas son fundamentales, sobre todo para los ratones, en los hábitos de estos mamíferos ya que utilizan las zonas de cultivo para alimentarse de los granos que existen en forma abundante en estos sitios.

Tabla IV.25. Abundancia de las especies de mamíferos registrados en las zonas perturbadas del SAR.

Familia	Especie	Nombre común	Abundancia
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	Abundante
Felidae	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	Jaguarundi	Rara
Felidae	<i>Puma concolor</i>	Puma	Escasa
Mustelidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorrillo	Frecuentes
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	Abundante
Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Coati	Común

Familia	Especie	Nombre común	Abundancia
Molossidae	<i>Eumops underwoodi</i>	Murciélago	Rara
Mormoopidae	<i>Mormoops megalophylla</i>	Murciélago	Rara
Mormoopidae	<i>Pteronotus davyi</i>	Murciélago	Rara
Mormoopidae	<i>Pteronotus parnellii</i>	Murciélago	Rara
Phyllostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago	Abundante
Phyllostomidae	<i>Carollia sowelli</i>	Murciélago	Frecuentes
Phyllostomidae	<i>Centurio senex</i>	Murciélago	Rara
Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago	Rara
Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	Abundante
Cricetidae	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	Ratón	Rara

Endemismo

Solo existe una especie de mamífero endémica a la Península de Yucatán y es el ratón *Peromyscus yucatanicus*. Existe poca información sobre este roedor, se sabe que tiene hábitos nocturnos y se alimenta de frutos y semillas. Ha sido colectado con frecuencia en zonas de cultivo de maíz y áreas abiertas, característica que lo hace menos vulnerable a tener problemas de conservación dentro de la zona de estudio. Otras dos especies que tienen distribuciones restringidas a mesoamérica, son el murciélagos *Mormoops megalophylla*, especie típica de zonas perturbadas.

Estado de conservación en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Dentro de las zonas perturbadas se encontraron cuatro especies con problemas de conservación y están incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010; una bajo el estatus de En peligro, otra como Amenazada y dos más en la categoría de Protección Especial.

Tabla IV.26. Especies de Mamíferos con distribución potencial dentro de las zonas perturbadas y que guardan algún estado de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Familia	Especie	Nombre común	Registrada / potencial	NOM-059-SEMARNAT-2010
Cebidae	<i>Ateles geoffroyi</i>	Mono araña	Potencial	P
Felidae	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	Jaguarundi	Potencial	A
Felidae	<i>Puma concolor</i>	Puma	Registrada	Pr
Mustelidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorrillo	Registrada	Pr

La especie en peligro es el Mono Araña (*Ateles geoffroy*), esta especie fue reportada por un poblador de la comunidad de Venustiano Carranza, misma que fue observada cerca de las zonas desmontadas de la comunidad. Generalmente esta especie recorre su territorio en busca de árboles con fructificaciones maduras, el cual es su alimento principal, estos recorridos son de hasta cinco kilómetros de distancia, durante el cual pueden encontrarse caminos, brechas o zonas de cultivo. Datos de campo apuntan a que el desplazamiento de los monos pueden seguir una trayectoria de ruta escalonada que usan los fragmentos perturbados como sitios de paso o conectividad, inclusive utilizan las. Este mismo patrón se deduce para las otras especies de mamíferos incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y registrados en las zonas perturbadas, con las respectivas modificaciones de acuerdo a la etología de cada especie. La afirmación anterior se confirma porque estas especies también fueron observadas en las Selvas no inundables en forma abundante.

Consideraciones generales para las zonas perturbadas como hábitat de fauna

Tradicionalmente las zonas perturbadas han sido consideradas como hábitats que afectan a las poblaciones de fauna silvestre, sin embargo muchas especies a través del tiempo se han adaptado a las condiciones de estrés ecológico que generan estos ambientes e incluso algunas se han visto favorecidas por estos cambios y sus poblaciones han aumentado. Es evidente que dentro del paisaje del SAR, algunas especies (las menos sensibles) pueden sobrevivir o verse favorecidas. Uno de los mejores ejemplos de especies de fauna silvestre adaptadas a zonas perturbadas es la iguana de Roca (*Ctenosaura similis*), que aun cuando está considerada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como una especie bajo protección especial, sus poblaciones son abundantes y extensas. Esta especie se ve favorecida por las albarradas de linderos y casas mayas ya que utiliza espacios abiertos (jardines, terracerías, techos, etc.) como sitios para asolearse y en las oquedades de las construcciones encuentra un refugio de los depredadores y de condiciones climáticas adversas. Sus hábitos omnívoros también favorecen su proliferación en estas áreas. *Ctenosaura similis*, es seguramente, entre los reptiles el mejor ejemplo de adaptación a ambientes perturbados.



Figura IV.49. *Ctenosaura similis* especie con enorme plasticidad a las zonas perturbadas, deacuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 su estado de conservación estada definido como Amenazada.

Adicionalmente podemos mencionar a todas aquellas especies que fueron observadas en más de cuatro localidades dentro del SAR y cuyas observaciones indicaron que

realizaban actividades de forrajeo o en busca de refugio. Los ejemplos típicos son grupos que tienen una gran vagilidad, es decir pueden desplazarse a grandes distancias en pocos tiempo. Los murciélagos y las aves paseriformes cumplen con estas características. Los murciélagos tales como el género *Artibeus*, y *Sturnira* durante el día se refugian en los huecos de troncos o árboles o en las cuevas que forman los cenotes y al oscurecer salen a alimentarse de frutos y/o insectos, y en muchas ocasiones los sitios de forrajeo son las zonas abiertas o transformadas, debido que allí los insectos son más fáciles de capturar, ya que en las zonas abiertas o sin estrato arbóreo la ecolocalización es más eficiente.

La mayoría de los mamíferos medianos y grandes estos, tienen ámbitos hogareños amplios y en algunos casos son territoriales, durante sus actividades diarias recorren estos territorios en busca de alimento y refugios adecuados. Cuando las modificaciones al hábitat son pequeñas, como en el caso de las zonas perturbadas del SAR, no tienen afectación sobre las actividades de esta fauna. Los ejemplos típicos son el Puma (*Puma concolor*) y el jaguarundi (*Puma yagouaroundi*), ambos incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Estas especies se desplazan dentro de sus territorios, usando en algunos casos las brechas y caminos construidos dentro de la selva y zonas de selva baja inundable o a veces cruzan las zonas de cultivo para pasar de un parche de selva a otro, pero no realizan actividad extra, solo las utilizan como rutas de conexión. Sin embargo, si las tasas de transformación dentro del SAR aumentan considerablemente se iniciará un proceso de fragmentación y aislamiento de hábitats conservados y las zonas perturbadas se transformarán en barreras de dispersión para muchas de las especies generando una subdivisión espacial de las poblaciones locales, sobre todo de aquellas con baja capacidad de desplazamientos en el suelo abierto.

Por último, aquellas especies (las más sensibles) que sean incapaces de tener cualquiera de las estrategias mencionadas probablemente se extirparán del área, ya que solo pueden mantener población viable en los hábitats prístinos; como aquellas especies de animales con ámbitos hogareños pequeños.

IV.3. Paisaje

El paisaje es un elemento aglutinador, que integra tanto las características físicas como ecológicas, incluyendo a todos los procesos y patrones tanto de origen natural como humano que intervienen, en este caso dentro del SAR. De esta manera, el paisaje se encuentra conformado por el medio físico, biológico y social, los cuales se encuentran relacionados por medio de interacciones que varían en cuanto a su dirección, elementos e importancia en las escalas de tiempo y espacio. Entre dichos elementos, se reconoce al relieve y al impacto humano como los principales factores modeladores del paisaje.

El análisis morfodinámico o del paisaje, representa cierta dificultad, debido, principalmente a la integración de los diferentes factores que influyen en su percepción; por tal motivo para este estudio se tomaron en cuenta tres (3) elementos: potencial estético, deterioro ambiental e identificación de los componentes visuales favorables. La relación estrecha que existe entre ellos, permite realizar una evaluación global del área de influencia del proyecto.

Específicamente, para esta apreciación paisajística se consideró a la geomorfología y el uso de suelo y la vegetación del área, los cuales son los elementos dominantes del Sistema Ambiental.

1.- Para la valoración del primer componente, *potencial estético* del SAR fue necesario dividir a la zona en dos, agrupadas a partir del sistema geomorfológico, estas fueron: a) zonas altas, que comprenden la unidad de relieve mesiforme y b) las zonas bajas, que corresponden a las zonas más bajas y planas del SAR representadas por la unidad de relieve cárstico acumulativo.

Los sistemas que atañen a las zonas altas representan el 52.40% del SAR con una superficie de 5,991.51 Ha; esta zonas se caracterizan por conformar un relieve de terrenos elevados y llanos, de estructura tabular o monoclinal ligeramente inclinada. Estas zonas están constituidas por estructuras sedimentarias originalmente depositadas en cuencas, valle y hondonadas. Estas estructuras tienen un relieve mesiforme, que no es sino una llanura preexistente que ha sido elevada por movimientos tectónicos o bien exhumadas por denudación planar. La misma superficie y escasa pendiente, favorece la acción de procesos de denudación planar o sea, los que tienen un efecto de despliegue de manto, sin embargo en los flancos de las mesas domina el proceso de disección (erosión), a costa de ir reduciendo el área de la superficie tabular. Este relieve es característicos de las porciones Noreste – Noroeste y Sur del SAR, su altitud oscila entre los 45 y 80 msnm, generalmente está integrada en materia geológica por materiales calizos, constituidos fundamentalmente por una secuencia de caliza, marga y brecha calcárea que datan del período Terciario de la época del Eoceno, materiales que han permitido el desarrollo de suelos de tipo litosol (leptosoles) suelos delgados de fase lítica. El clima que se desarrolla en las zonas altas corresponde a un clima cálido subhúmedo, que ha permitido el desarrollo de selva mediana subperennifolia en diferentes estados de conservación, que se caracteriza por que cerca del 50 al 75% de las especies que la conforman eliminan sus hojas en la época seca del año. En el SAR esta asociación está compuesta por individuos arbóreos con estratos entre los 7 y 25 m de altura, lo que denota su buen estado de conservación. Estas zonas generan importantes servicios ambientales, tales como la regulación hidrológica de la región, la fijación de carbono y liberación de oxígeno, son hábitat de un gran número de especies faunísticas, entre muchos otros. En esta unidad se asienta el poblado de Venustiano Carranza en la porción Noreste del SAR y en la porción Sur el poblado de Monte Olivo (mucho menor que el primero), mismo que ha influido en la alteración de las zonas altas, pues toda su actividad económica gira en torno a la zona donde se asienta, de ta forma es que posible evidenciar las zonas que han sido alteradas, tanto por el retiro de vegetación para ser aprovechada para la construcción de viviendas como por aprovechamiento selectivo de las especies, así también es común el retiro de vegetación para implementar zonas pastizales inducidos y zonas de cultivo aunque estas últimas no son muy redituables, debido a que tienen una vida útil corta, pues los suelos al ser muy delgados y carentes de nutrientes no permiten cosechas abundantes, y al ser desmontados para la ejecución de estas actividades rápidamente se lavan y se pierden, dejando expuesta a la roca caliza; a pesar de ello, las zonas altas del SAR que conforman poco más de la mitad de su superficie siguen siendo zonas espectaculares, pues gran parte de su superficie se encuentra en buenas condiciones de conservación. En conjunto estas zonas vegetales son hábitat de un importante número de especies de vertebrados, entre ellos algunos que se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en algún estatus de riesgo.



Figura IV.50. Evidencia de la presión que se ha ejercido a la unidad de relieve mesiforme en el SAR.

Es preciso aclarar que si bien estas zonas han sido perturbadas, esta perturbación es mínima si comparamos la superficie que representan dentro del SAR, consecuentemente la conectividad en estas zonas puede considerarse aún muy buena, lo único que demeritan el alto potencial estético de estas zonas a nivel paisajístico es la diferenciación notoria de los parches desmontados; sin embargo, hay que hacer notar que la fracción vegetada dentro del SAR es amplia, pues figura poco más del 90% de su superficie, en comparación con otras áreas que representan una menor parte, consecuentemente estas zonas se clasifican con un potencial estético alto.

Por otra parte las zonas bajas, que cubren una porción menor del SAR, ubicadas en la porción Centro-Noroeste y Suroeste del Sistema Ambiental Regional, representadas por la unidad de relieve cárstico acumulativo representan el 47.60% de la superficie del polígono, con 5,443.49 Ha; se caracterizan por ser un relieve conformado por ciclos de disolución generando relieves negativos de fondo plano con depósitos eluviales y deluviales, este relieve representa la etapa más avanzada de la Karstificación, geológicamente está integrado por materiales de tipo suelo, originados por los depósitos finos de arcillas y limos sin consolidar derivados de las rocas preexistentes, tanto de origen eólico, como lacustre y palustre, situados en un área bien definida, identificada como una zona pantanosa o inundable.

Derivado de estas características, estas zonas son ocupadas por suelos de tipo Gleysol vértico en asociación con suelos litosoles de textura fina constituidos con más del 35% de arcillas; en estas zonas la infiltración es lenta y el espejo de agua llega a subir arriba de 1m de altura después de una lluvia fuerte, lo que ha permitido el desarrollo fundamentalmente de selva baja caducifolia inundable. Este tipo de vegetación generalmente se encuentra dominada por palo tinte (*Haematoxylum campechianum*) asociada con jícaro (*Crescentia cujete*), dominada por una estructura arbórea, con individuos que no sobrepasan los 10 m de altura, los cuales cerca del 50% dejan caer sus hojas durante la época seca; esta asociación vegetal requiere de la inundación temporal para que los gametos de sus componentes viajen de un parche de selva inundable a otro.



Figura IV.51. Las zonas bajas del SAR conformadas por la unidad de relieve cárstico acumulativo, donde se desarrolla fundamentalmente selva baja inundable, se han visto afectadas principalmente por la apertura de caminos para la saca de madera y leña.

Estas zonas, se han visto afectadas principalmente por la apertura de brechas y senderos para la extracción de leña para autoconsumo, así como para la extracción de madera y palmas para la construcción de viviendas. No obstante, estas zonas al encontrarse en alguna época del año inundadas, les confieren ciertas características de protección, pues los pobladores rara vez ejecutan sus actividades económicas en estos sitios y pocas veces incursionan en sitios más lejanos, consecuentemente estas zonas se constituyen como importantes corredores biológicos, que permiten el flujo de las especies sobre todo en la porción centro del SAR, pues es una zona de poco acceso debido a los pocos caminos. Debido a este, estas zonas también son hábitat de casi toda la fauna sensible a los disturbios y conforman las rutas más importantes de movimiento de mamíferos medianos y grandes, así como sus presas, en estas zonas es probable la presencia de jaguar (*Panthera onca*) y puma (*Puma concolor*). Consecuentemente, estas zonas pueden ser consideradas con un potencial estético alto.

2.- En cuanto al deterioro visual en el SAR este elemento se presenta en categoría de alto a medio, pues depende netamente de la zona de afectación a la que se refiera. Los factores que intervienen en su evaluación son principalmente de tipo antrópico, y dentro del SAR son muy en especial las actividades agropecuarias y el desarrollo de asentamientos humanos; en cuanto a esto, las principales evidencias se tienen en las zonas de relieve mesiforme, en donde se inscriben la localidad de Venustiano Carranza que cuenta con una población que oscila en las 250 y 300 personas, así como la localidad

de Monte Olivo, que es muy pequeña con una población que no supera las 100 personas, se identifican estas zonas donde se mantienen las actividades económicas de ambas poblaciones, esto mediante el cultivo de diferentes productos principalmente para autoconsumo, así como del cultivo de pastizales para el sostenimiento de su ganado, estas zonas han ido perdiendo lentamente su valor escénico, debido en gran medida, a la pérdida de su cobertura vegetal natural originada por la apertura de terrenos agrícolas, que si bien no es muy redituable debido a que tienen una vida útil corta, pues los suelos al ser muy delgados y carentes de nutrientes no permiten cosechas abundantes, y al ser desmontados para la ejecución de estas actividades rápidamente se lavan y se pierden, dejando expuesta a la roca caliza, donde con el paso de los años se van integrando al medio mediante la sucesión, iniciando con un acahual joven; esta dinámica ha ido modificando el paisaje natural, por lo que son el hábitat perfecto de fauna menos especializada; consecuentemente son descritas como las zonas menos frágiles.

Un aspecto importante del deterioro ambiental que refleja el SAR, es la disminución de la conectividad entre los parches de vegetación natural concentrado principalmente en las zonas más próximas a los asentamientos humanos, este caso está bien representado en la selva mediana subperennifolia, que a causa de las actividades humanas que involucran un cambio de uso de suelo, los parches de vegetación han ido cambiando de tamaño y forma, lo que va generando un aislamiento en las poblaciones que en ellos habitan por falta de conectividad, en el caso de especies de hábitos restringidos asociadas a este tipo de vegetación; como indicador más evidente se tiene la presencia de especies secundarias, propiciando ambientes para otras poblaciones tanto faunísticas como vegetales que antes eran ajenas a esos ecosistemas; la creación de sitios de extracción de material petro para la construcción de viviendas, ocasionan deterioro no solo al factor biótico sino al relieve y calidad de agua que escurre o se infiltra; y por tanto al paisaje.

En lo que se refiere a la unidad de relieve cárstico, existen áreas poco alteradas de selva baja inundable que generan una gran cantidad de servicios ambientales, como captura de carbono, favorecen el ciclo hidrológico, y por sus características son hábitat importante para la fauna silvestre de hábitos restringidos y se constituyen como corredores biológicos que conectan al sistema con sitios externos a él, con mejores condiciones de conservación y de alto valor como reservorio de especies faunísticas con rangos de distribución limitados o requerimientos de hábitats específicos, en tanto estos sitios son considerados los más frágiles del Polígono, por lo que estos servicios estarán en peligro de desaparecer en la zona, si no se trata de minimizar el deterioro generado por las actividades humanas.

3.- La identificación de los elementos visuales favorables dentro del SAR, dependen del grado de conservación de la vegetación, identificando de esta manera a las zonas de relieve cárstico acumulativo como un elemento favorable, por el excelente grado de conservación y sus zonas externas, que no solo proporcionan una gran calidad escénica, desde las zonas más altas del Sistema Ambiental, sino además los servicios ecosistémicos asociados (fijación de carbono, liberación de oxígeno, hábitat de fauna, banco de germoplasma, etc.); siendo los puntos con mayor valor estético, cuyas vías de acceso son limitadas, con características de accesibilidad escasa debido a su condición inundable en ciertas temporadas del año, que dificultan el uso de sus tierras. Por estas razones estas zonas mantiene el mejor estado de conservación del SAR, lo que las constituye como un elemento visual favorable, que proporciona calidad escénica al paisaje donde se ubica, estas zonas sostienen vegetación conservada, de gran valor

escénico y de suma importancia para su conservación, pues además de albergar a especies de talla mediana y probablemente grande, de hábitos poco conspicuos, juegan un papel importante a manera de corredores biológicos entre las zonas externas del SAR, constituyendo pasos de fauna para los animales de amplio desplazamiento.

Por otra parte las zonas representadas por la unidad de relieve mesiforme denominadas como zonas altas, están orientadas principalmente al asentamiento de los asentamientos humanos, en ellas se efectúan todas las actividades primarias del SAR, pues están destinadas a actividades agrícolas y en menor intensidad ganaderas; en dichas zonas se identifican extensos terrenos dedicados al cultivo de anuales alternados por zonas de pastizales inducidos destinados a la ganadería extensiva entre mezclados con remantes de SMS (Selva mediana subperennifolia), de esta manera han ido perdiendo su vegetación original o se encuentra en diferentes estados sucesionales; debido a la apertura de terrenos consignados a tareas agropecuarias, lo que ha generado la alteración de la vegetación y la inducción de pastizales; es importante hacer notar que el daño que las actividades humanas ocasionan al paisaje y la posibilidad de que los asentamientos humanos se incrementen, favorecerá sin lugar a duda la contaminación, por lo que dicha dinámica seguirá provocando la antropización del paisaje y la pérdida del valor escénico de un paisaje que en un principio fuera conservado y natural.

Conforme a este análisis paisajístico, se puede concluir que el SAR modela una alteración media, con intrusión antropogénica baja, esto de acuerdo a la región a la que se represente, donde una parte de la vegetación natural (menos del 10%) ha sido modificada, con la existencia de diferentes asociaciones secundarias. En estas zonas se está perdiendo la conectividad, como consecuencia del desarrollo de las actividades económicas de los pobladores del SAR, lo que ha generado un paisaje con factores de disturbio detonantes para incrementar la degradación del valor paisajístico, consecuentemente son consideradas las zonas más resistentes a futuros disturbios. En las zonas bajas, conformadas por la unidad de relieve cárstico la apertura de brechas y senderos para la extracción de leña y materiales para construcción de viviendas ha generado aunque mínima, la alteración de su vegetación, no obstante son hábitat potencial de diferentes especies faunísticas de hábitos especiales y conforman un importante corredor biológico para especies de amplios desplazamientos, además pueden ser ocupadas por algunas especies como sitios de refugio o hábitat de fauna intolerante al disturbio y por tanto de gran valor para su conservación.

IV.4. Medio socioeconómico

El SAR delimitado para el proyecto se ubica en la parte Suroeste del Estado de Quintana Roo a 85 Km al Noroeste de Chetumal, específicamente en los municipios Bacalar¹¹ y José María Morelos. Es importante resaltar que el municipio Bacalar fue creado en febrero del 2011 a partir del municipio de Othón P Blanco, por lo que se utilizaran los datos de este último debido a que la información del municipio de Bacalar no está actualizada. En contexto, el Sistema Ambiental Regional se integra por cuatro localidades, los cuales corresponden a: Venustiano Carranza (dentro del Municipio José María Morelos), La

¹¹ El 2 de febrero de 2011 el Congreso de Quintana Roo segregó del territorio de Othón P. Blanco el nuevo municipio de Bacalar, por lo que aún no se cuenta con datos actuales socioeconómica de este nuevo municipio, consecuentemente para la caracterización social fueron utilizados los datos de INEGI del municipio de Othón p. Blanco.

Calumnia, San Isidro y Monte Olivo (dentro del municipio Bacalar, antes Othón P. Blanco) en estas últimas se sitúa la mayor parte del trazo (Figura IV.52). De esta manera, se llevara a cabo una descripción de su comportamiento social de acuerdo a la información disponible del SAR. Cabe señalar que para un mejor análisis sobre las condiciones ambientales, sociales y económicas de la región se realizara la caracterización del medio social a escala municipal debido a la disponibilidad de información en la red. Aunado a lo anterior, el Sistema ambiental Regional (SAR) delimitado para el proyecto se asienta en dos municipios que de acuerdo al SNIM¹², el municipio de José María Morelos tiene una superficie de 4,664 Km², representando el 10.41% respecto al estado de Quintana Roo, con una población total de 36,179 habitantes. Por otro lado el municipio Othón P. Blanco tiene una superficie de 15,955 km², lo que representa un 35.63% del estado, cuenta con 36,179 habitantes divididas en

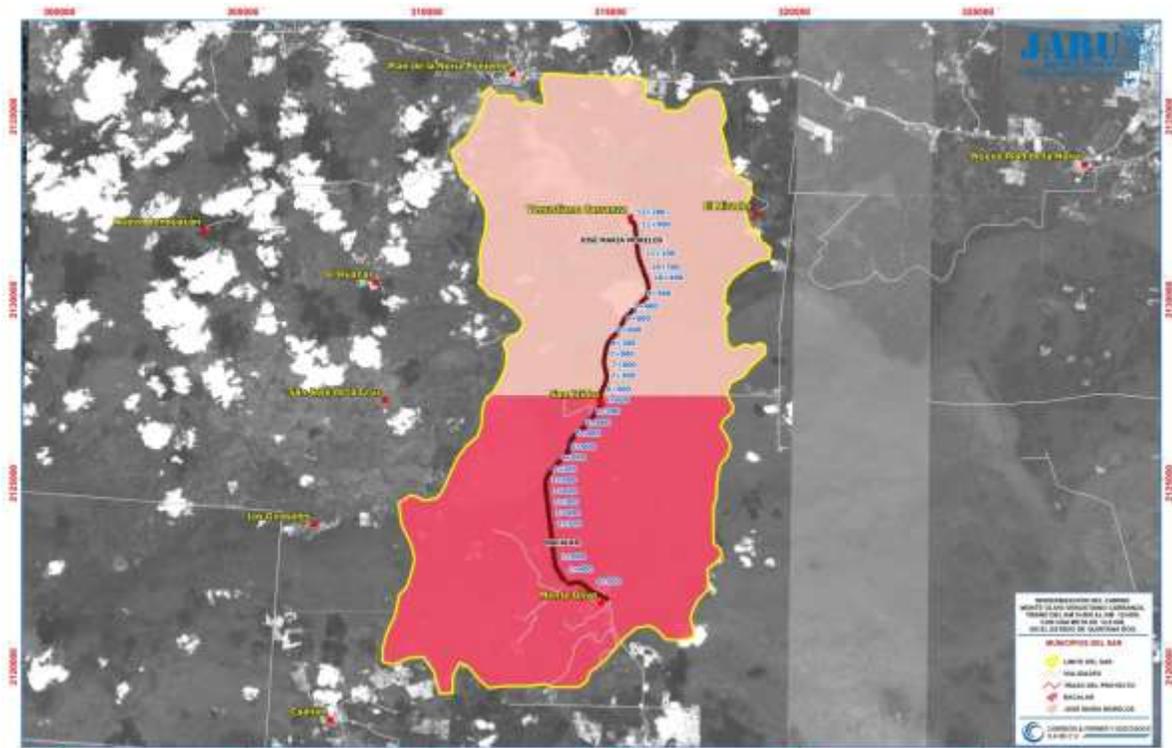


Figura IV.52. Ubicación del Sistema Ambiental dentro de los municipios Bacalar y José María Morelos.

Conjuntamente el SAR ocupa una extensión de 11,435.00 Ha en dichos municipios, lo que representa un total de 0.22% dentro del estado de Quintana Roo. Cabe mencionar que el proyecto en comento beneficiara a 14 localidades que se encuentran en los alrededores de la zona de influencia social de la región.

¹² Sistema Nacional de Información Municipal

IV.4.1. Regionalización

El estado de Quintana Roo está constituido por 10 municipios, conformada por 3 regiones económicas (Región Norte, Zona Maya y Región Sur), determinadas con base a las características geográficas, integración territorial, actividades productivas, actividades culturales y sociales¹³. El SAR recae en la en dos de las tres regiones del estado, los cuales corresponden a la Zona Maya ubicado en la parte Norte del SAR y la Región Sur en la parte centro-sur del SAR.

IV.4.2. Demografía

De acuerdo con la Secretaria de Desarrollo Social, los municipios donde se asienta el SAR cuentan con 25,179 habitantes en el municipio José maría Morelos, de los cuales 13,006 son Hombres y 12,173 son mujeres, además cuenta con una densidad de población de 7.76 hab/km². Para el municipio de Othón P. Blanco cuenta con un total de 244,553 de los cuales 12,1906 son Hombres y 122,647 son Mujeres, con una densidad poblacional de 15.33 hab/km².

Aunado a lo anterior se puede observar el crecimiento considerable que han tenido ambos municipios en los últimos 20 años (Figura IV.53). Cabe resalta que el municipio Othón P. Blanco es el que más crecimiento obtuvo con respecto al año 1990.

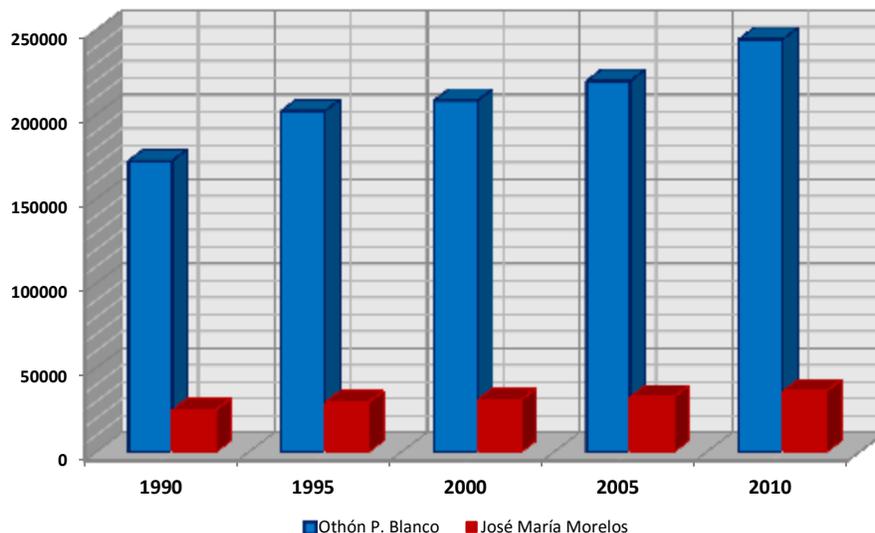


Figura IV.53. Crecimiento poblacional de los últimos 20 años en los municipios de José María Morelos y Othón P. Blanco. SNM, 2010.

En cuanto al registro de población de las localidades que conforman el Sistema Ambiental Regional, las localidades La Calumnia y Monte olivo y San isidro se localizan en la mayor superficie del SAR, mientras que Venustiano Carranza ocupa menor proporción con respecto a los demás. Cabe mencionar que debido a la estructuración de los municipios en febrero del 2011, se encontró muy poca información de las localidades del nuevo

¹³ <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM23quintanaroo/regionalizacion.html>

municipio (Bacalar, antes Othón P. Blanco), sin embargo se toman los datos de acuerdo con los datos registrados por el catálogo de localidades de los municipios anteriores.

De esta manera, en la siguiente tabla se muestra el registro histórico de las localidades Monte Olivo¹⁴, San Isidro, La Calumnia¹⁵ y Venustiano Carranza¹⁶ con los datos del año 2005 y datos actualizados del 2010 por el INEGI.

Tabla IV.27. Registro histórico de las localidades que conforman el SAR.

Localidades	2005	2010
Venustiano Carranza	177	184
La Calumnia	0	10
San Isidro	0	4
Monte Olivo	31	46

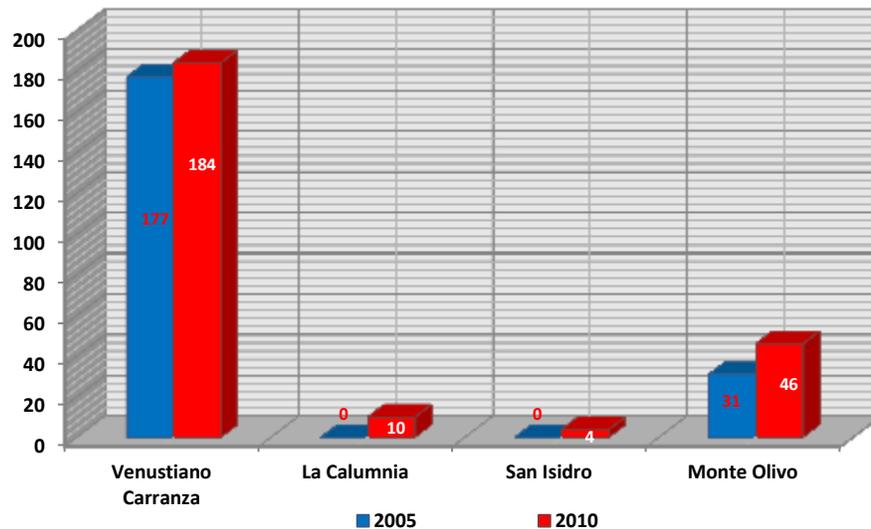


Figura IV.54. Comportamiento poblacional del año 2005-2010 para las localidades que conforman el SAR.

Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento media anual indica el ritmo de crecimiento de la población en promedio, en un periodo determinado, es decir, es la proporción constante en que la población aumenta o disminuye cada año en un periodo determinado, ya sea tanto por el crecimiento natural como por los procesos migratorios.

¹⁴ <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/contenido.aspx?refnac=230040594>

¹⁵ <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/contenido.aspx?refnac=230041313>

¹⁶ <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/contenido.aspx?refnac=230060331>

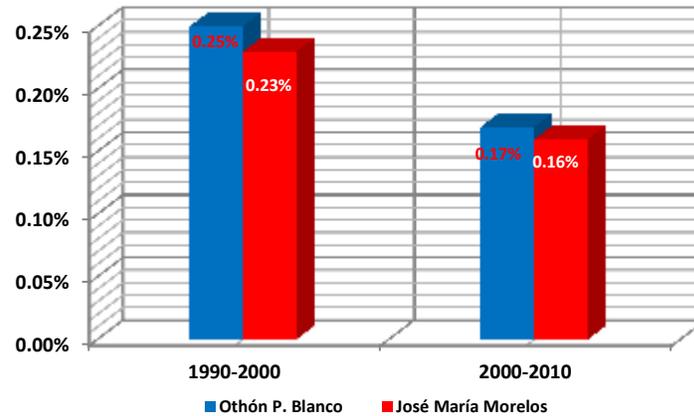


Figura IV.55. Tasa de crecimiento poblacional de los municipios José María Morelos y Othón P. Blanco. Así como de las localidades Venustiano Carranza, Monte Olivo y La Calumnia.

El crecimiento poblacional a nivel municipal donde se asienta el SAR ha tenido un incremento considerable en los últimos años, ya que de 1990 al 2000 registro un aumento del 0.23% de población para el municipio de José maría Morelos, mientras que Othón P. Blanco registro es ese tiempo un aumento del 0.20%. Para el año 2000 al año 2010 se registró una tasa de crecimiento del 0.16% para José maría Morelos y 0.17% para Othón P. Blanco. Respecto a las localidades que conforman el SAR, solo existe registro a partir del año 2005 al 2010, por lo que se obtuvo una tasa de crecimiento del 0.03% en Venustiano Carranza, 0.48% en Monte Olivo, por otro lado la localidad de la localidad La Calumnia y San Isidro no registran datos de comparación.

Composición de la población

En relación a la población por grupos de edad, de acuerdo con el Sistema Nacional de Información Municipal, en el municipio de José María Morelos se registraron 2,314 personas en un rango de edad de 0 a 2 años. En un rango de 3 a 5 años de edad existen 2,477 habitantes de los cuales 1,277 son hombres y 1,200 son mujeres teniendo un porcentaje mayor de población de sexo masculino con 51.55%. En un rango de 6 a 14 años de edad existen 7,967 habitantes de los que 4,046 son hombres y 3,916 son mujeres, en este rango de edad sigue existiendo mayor porcentaje de hombres que de mujeres con 50.82%. El siguiente rango de edad es de 15 a 17 años de edad con 2,788 habitantes de los que 1,439 son hombres y 1,349 son mujeres, observando un porcentaje mayor de hombres con 51.61%, mientras que el 48.39% son mujeres. En el rango es de 18 a 24 años de edad con un total de 4,811 habitantes de los que 2,347 son hombres y 2,464 son mujeres, el porcentaje mayor de habitantes respecto a sexo corresponde a las mujeres con 51.22%, mientras que para los hombres existe un registro del 48.78%. el penúltimo grupo corresponde en un rango de edad de 25 a 59 años con un registro total de 12,906 habitantes de los que 6,501 son hombres y 6,405 son mujeres; en este grupo como en los anteriores el mayor porcentaje de población respecto a sexo corresponde al masculino con 50.37% mientras que el 49.63% corresponde a mujeres. Por ultimo en el rango de edad de 60 años y más se registraron 2,860 habitantes de los que 1,658 son hombres y 1,202 son mujeres, en este grupo se registró un porcentaje de población de

acuerdo a sexos mayor para los hombres con un 57.97% mientras que para las mujeres se registró un porcentaje del 42.03% (Tabla IV.28).

Tabla IV.28. Población por grupo de edad de los municipios José María Morelos y Othón P. Blanco.

Grupo por edad (años)	José María Morelos			Othón P. Blanco		
	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total
0 a 2	1,211	1,103	2,314	6,646	6,443	13,089
3 a 5	1,277	1,200	2,477	7,102	6,827	13,929
6 a 14	4,046	3,916	7,962	21,959	21,127	43,086
15 a 17	1,439	1,349	2,788	7,904	7,743	15,647
18 a 24	2,347	2,464	4,811	16,453	16,679	33,132
25 a 59	6,501	6,405	12,906	51,681	54,639	106,320
60 y mas	1,658	1,202	2,860	9,670	8,710	18,380

Por otro lado, en la tabla anterior se observa que en el municipio de Othón P. Blanco se registraron 13,089 personas en un rango de edad de 0 a 2 años. En un rango de 3 a 5 años de edad existen 13,929 habitantes de los cuales 7,102 son hombres y 6,827 son mujeres teniendo un porcentaje mayor de población de sexo masculino con 50.99% y 49.01% en mujeres. En un rango de 6 a 14 años de edad existen 43,086 habitantes de los que 21,959 son hombres y 21,127 son mujeres. El siguiente rango de edad es de 15 a 17 años de edad con 15,647 habitantes de los que 7,904 son hombres y 7,743 son mujeres, observando un porcentaje mayor de hombres con 50.51%, mientras que el 49.49% son mujeres. En el rango es de 18 a 24 años de edad con un total de 33,132 habitantes de los que 16,453 son hombres y 16,679 son mujeres, el porcentaje mayor de habitantes respecto a sexo corresponde a las mujeres con 50.34%, mientras que para los hombres existe un registro del 49.66%. El rango de edad de 25 a 59 años con un registro total de 106,320 habitantes de los que 51,681 son hombres y 54,639 son mujeres; en este grupo como en los anteriores el mayor porcentaje de población respecto a sexo corresponde al femenino con 51.39% mientras que el masculino en 48.61%. Por ultimo en el rango de edad de 60 años y más se registraron 2,860 habitantes de los que 1,658 son hombres y 1,202 son mujeres, en este grupo se registró un porcentaje de población de acuerdo a sexos mayor para los hombres con un 57.97% mientras que para las mujeres se registró un porcentaje del 42.03%.

Respecto a lo anterior, en la pirámide poblacional para ambos municipios se observa que el grupo donde se encuentra la mayor parte de la población oscila de los 25 a los 59 años de edad, seguido de personas de 6 a 14 años de edad, mientras que los grupos en los que se registró menor población fue de 3 a 5 años de edad y 0 a 2 años de edad. Por lo que se dice que en la población existen un índice mayor de personas jóvenes que de niños y ancianos. Respecto a la población de acuerdo a grupos de edad en las localidades que conforman el SAR, no existe un registro disponible en la red sobre dicho aspecto.

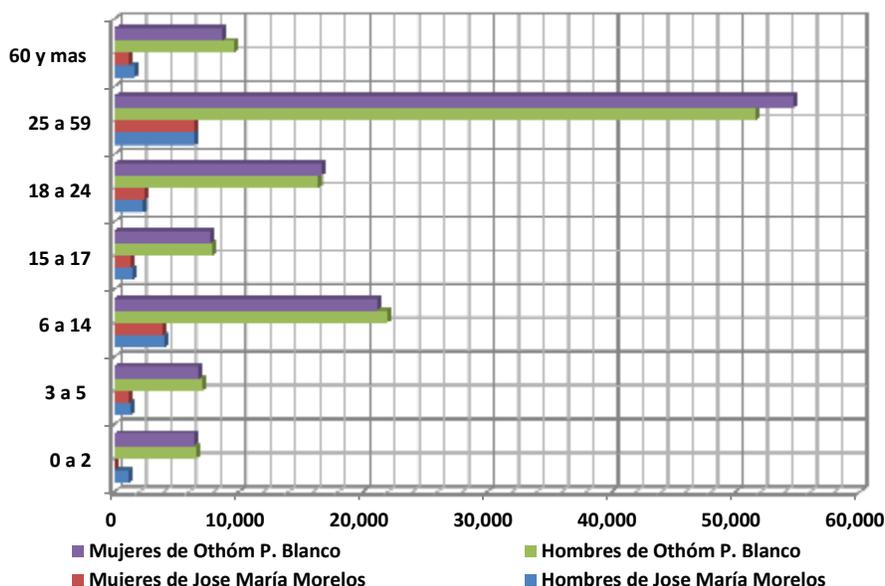


Figura IV.56. Pirámide poblacional de los municipios José María Morelos y Othón P. Blanco.

IV.4.3. Desarrollo económico

Población económicamente activa

En relación a la población económicamente activa se tiene que para el municipio de José María Morelos cuenta con 12,019 personas activas, siendo 9867 hombre y 2152 mujeres. La principal fuente de empleo está ligada a actividades relacionadas al sector terciario, lo que representa un total del 30.08% del municipio; mientras que para el municipio de Othón P. Blanco la participación económicamente activa es de 101 425 del total de la población (68,956 hombres y 32,469 mujeres), de igual manera se relaciona al sector terciario el cual representa un total del 61.25% del municipio, esto se debe que los municipios son parte de zonas turística principalmente hacia Chetumal por lo que el comercio es la principal fuente de ingresos para la mayoría de los habitantes. No obstante, dichos datos corresponden a nivel municipal, ya que no se tienen registros en la red para las localidades que conforman el Sistema Ambiental Regional.

Tabla IV.29. Población Económicamente Activa (PEA) en los municipios José María Morelos y Othón P. Blanco.

Indicador económico	Población del municipio José María Morelos	Población del municipio Othón P. Blanco
Población económicamente activa	12,019 Hab.	101,425 Hab.
Población económicamente ocupada	11,895 Hab.	98,766 Hab.
Población desocupada	124 Hab.	2,659 Hab.

Indicador económico	Población del municipio José María Morelos	Población del municipio Othón P. Blanco
Población no activa	13,888 Hab.	85,929 Hab.

Actividades económicas

En la participación de los sectores, para el municipios, José María Morelos sobresalen las actividades primarias representando poco más del 50%, mientras que en el municipio de Othón P. Blanco solo representa el 19.68%. La siembra principalmente es de maíz, chile, sorgo, frijol etc. Las actividades terciarias ocupan poco más del 30% pada José María Morelos, mientras que Othón P. Blanco ocupa más del 60%. Por ultimo están las actividades secundarias que ocupan un 11.20% para el municipio de José María Morelos y poco más del 16% para Othón P. Blanco (Figura IV.57).

Cabe señalar que no se encontró datos de dichos sectores para las localidades del Sistema Ambiental Regional. Sin embargo la mayor parte del suelo está cubierta por vegetación primaria, por lo que solo algunas parcelas desmontadas de antaño son utilizadas para la siembra, así mismo, se utiliza los recursos naturales para su sustento, así como la crianza de ganado bobino.

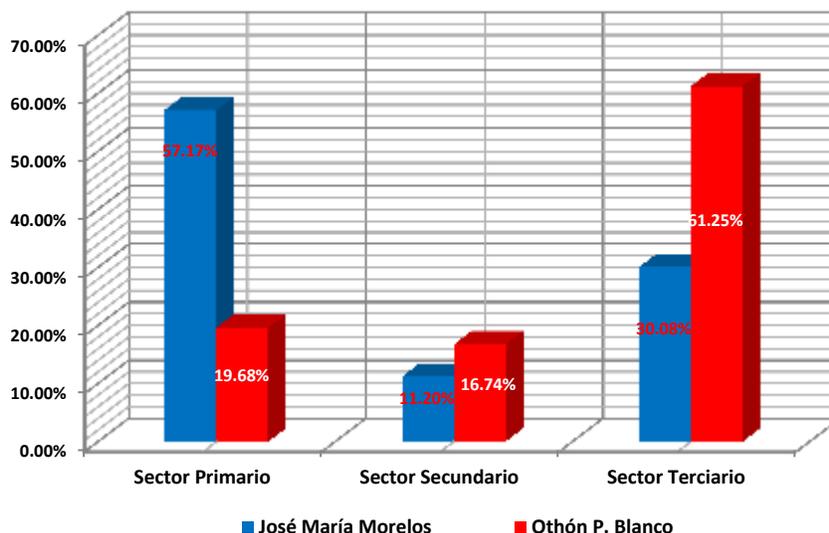


Figura IV.57. Participación de los Sectores en los municipios José María Morelos y Othón P. Blanco.

Sectores económicos

Sector primario

Dentro del sector primario se llevan a cabo distintas actividades productivas que aportan alimentos y materias primas utilizadas para uso doméstico o industrial. Las actividades que conforman el sector primario son: agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal,

silvicultura y pecuaria. Siendo que el Para el municipio de José María Morelos el sector primario representa el 57.17% de la población. Mientras que el municipio de Othón P. Blanco corresponde al 19.68% del total.

De acuerdo con los datos registrados por INEGI¹⁷ en 2011, menciona que la superficie total sembrada para el municipio de José María Morelos fue de 13 Ha que corresponden a chile verde, 38 Ha corresponde a frijol, 14,900 Ha corresponden a maíz y 15 Ha son de jitomate. También en el municipio existen familias que cuentan con ganado para su autoconsumo o venta. Dentro de estos INEGI registró para el mismo año 861 Ton. de carne bovina, 962 de carne porcina, 5 Ton. De carne caprina y 146 Ton. de gallinácea. El municipio ha recibido diversos apoyos por parte de Gobierno Federal y Estatal destinados al campo debido a la derrama económica que este sector genera para la población. En el 2011 el municipio recibió \$16,086.00 MXN por parte del programa PROCAMPO, así como de otros apoyos para los servicios básicos para las comunidades. Por otro lado en el municipio de Othón P. Blanco la superficie total sembrada para el municipio fue de 2,100 Ha de chile verde, 2,830 Ha corresponde a frijol, 24,318 Ha corresponden a maíz, 730 Ha de sorgo y 11 Ha son de jitomate. Mientras que para el mismo año se registró 2,576 Ton. de carne bovina, 586 Ton. de carne porcina, 17 Ton. De carne caprino y 107 Ton. de gallinácea. De igual manera, las familias del municipio cuentan con ganado para su autoconsumo o venta, así mismo recibieron el apoyo de PROCAMPO correspondiente a 49,526.00 MXN. No existen registros para las localidades del SAR, sin embargo, de acuerdo con los datos levantados en campo, se observó la crianza tanto de ganado bobino como el caprino.



Figura IV.58. Ganado en la localidad Monte de Olivo en el municipio Othón P. Blanco.

Sector secundario

El sector secundario está conformado por todas aquellas actividades económicas donde se llevan a cabo distintos procesos industriales de transformación. El sector secundario genera distintos impactos al medio ambiente, ya que por un lado demanda continuamente bienes y servicios ambientales y por otro lado, porque genera residuos contaminantes que afectan a distintos niveles a los ecosistemas y a la sociedad en general.

En el municipio José María Morelos la industria de la construcción ocupa principalmente la mayor parte del sector con un 6.01%, esto represente un total de 574 habitantes; para el municipio de Othón P. Blanco son las que presentan mayor auge a nivel municipal, por lo que ocupa un 8.58% con 6,366 habitantes. Mientras tanto para las localidades que

¹⁷ <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=>

conforman el SAR al igual que en el sector anterior, no existe información disponible en la red sobre este rubro.

Sector terciario

El comercio conforma la actividad laboral terciaria en el municipio, sector preponderante por su amplio potencial de desarrollo, el comercio en ambos municipios garantiza la estabilidad y continuidad de las actividades productivas del Estado por lo cual en el municipio José María Morelos el comercio al mayoreo es de suma importancia para el abasto de productos hortícolas, frutícolas y granos básicos tanto dentro y fuera de él. El 6.56% de la PEA ocupada se emplea en actividades relacionadas con el comercio o la oferta de servicios a la comunidad mientras que en el municipio ocupa un 13.93%. En los municipios se encuentran diversos negocios dentro de este rubro que cubren las necesidades básicas de la población en general. Sin embargo, dentro del SAR, las localidades carecen de varios servicios debido a la lejanía de las mismas, por lo que se tienen que trasladar a zonas más pobladas. Por lo tanto el mejoramiento del proyecto en comento beneficiara a dichas localidades de ambos municipios para una mejor comunicación y acortamiento de distancias a la hora de adquirir sus víveres básicos.

Nivel de ingresos

Con base en el Sistema Nacional de Información Municipal el registro más reciente sobre nivel de ingresos para la población económicamente activa en el año 2000 se registró una PEA de 12,019 para el municipio de José María Morelos personas de las que 5,205 no recibió ingresos, mientras que 1,439 personas recibieron hasta 1 salario mínimo, 1,286 personas recibieron de 1 hasta 2 salarios mínimos, 559 personas recibieron más de 2 hasta 3 salarios mínimos. 456 personas recibieron de 3 hasta 5 salarios mínimos, mientras que 307 personas recibieron de 5 hasta 10 salarios mínimos. Por ultimo 70 personas recibieron más de 10 salarios mínimos. En el municipio de Othón P. Blanco se registró un PEA de 101,425 de los cuales 8,676 no recibe ingresos, mientras que 10,306 personas recibieron hasta 1 salario mínimo, 21,640 personas recibieron de 1 hasta 2 salarios mínimos, 11,019 personas recibieron más de 2 hasta 3 salarios mínimos. 10,879 personas recibieron de 3 hasta 5 salarios mínimos, 5,913 personas recibieron de 5 hasta 10 salarios mínimos. Finalmente 2,418 personas recibieron más de 10 salarios mínimos.

Tabla IV.30. Nivel de ingresos registrados en los municipios de José María Morelos y Othón P. Blanco.

Ingresos mensuales	Población del municipio José María Morelos	Población del municipio Othón P. Blanco
No recibe ingresos	5,205 Hab.	8,676 Hab.
Hasta un salario mínimo	1,439 Hab.	10,306 Hab.
1 a 2 salarios mínimos	1,286 Hab.	21,640 Hab.
2 a 3 salarios mínimos	559 Hab.	11,019 Hab.

3 a 5 salarios mínimos	456 Hab.	10,879 Hab.
5 a 10 salarios mínimos	307 Hab.	5,913 Hab.
Más de 10 salarios mínimos	70 Hab.	2,418 Hab.
No especificado	222 Hab.	3,372 Hab.

IV.4.4 Desarrollo social

Marginación y pobreza

La marginación es considerada una situación social en desventaja económica o de estatus social que ha afectado principalmente a la población de bajos recursos en todo el mundo. Con base en las condiciones socio-económicas, actualmente en México existen seis clases sociales, donde los porcentajes más altos se encuentran entre las clases Baja-Baja, y Baja-Alta donde los más afectados se encuentran en regiones donde existe carencia de servicios básicos así como la presencia de rezago económico y educativo por lo que generalmente se concentran en localidades pequeñas lejos del desarrollo urbano.

De acuerdo con SNIM, 2010 la mayor superficie del Estado de Quintana Roo presenta un nivel de marginación de medio a muy bajo (Figura IV.59). Los municipios que conforman el SAR, presentan un índice de marginación de -1.02720 para el municipio de Othón P. Blanco, lo que se traduce como un grado Bajo, en tanto el índice de marginación a una escala del 0 al 100 es de valor de 16.07, por lo que ocupa el sexto lugar a nivel estatal y el 2052 a nivel nacional. Para el municipio José María Morelos un valor de índice de marginación de 0.29400, lo que representa un grado de marginación medio. El índice de marginación a escala de 0 a 100 presenta un valor de 31.00 por lo que ocupa el primer lugar a nivel estatal y el 934 a nivel nacional.

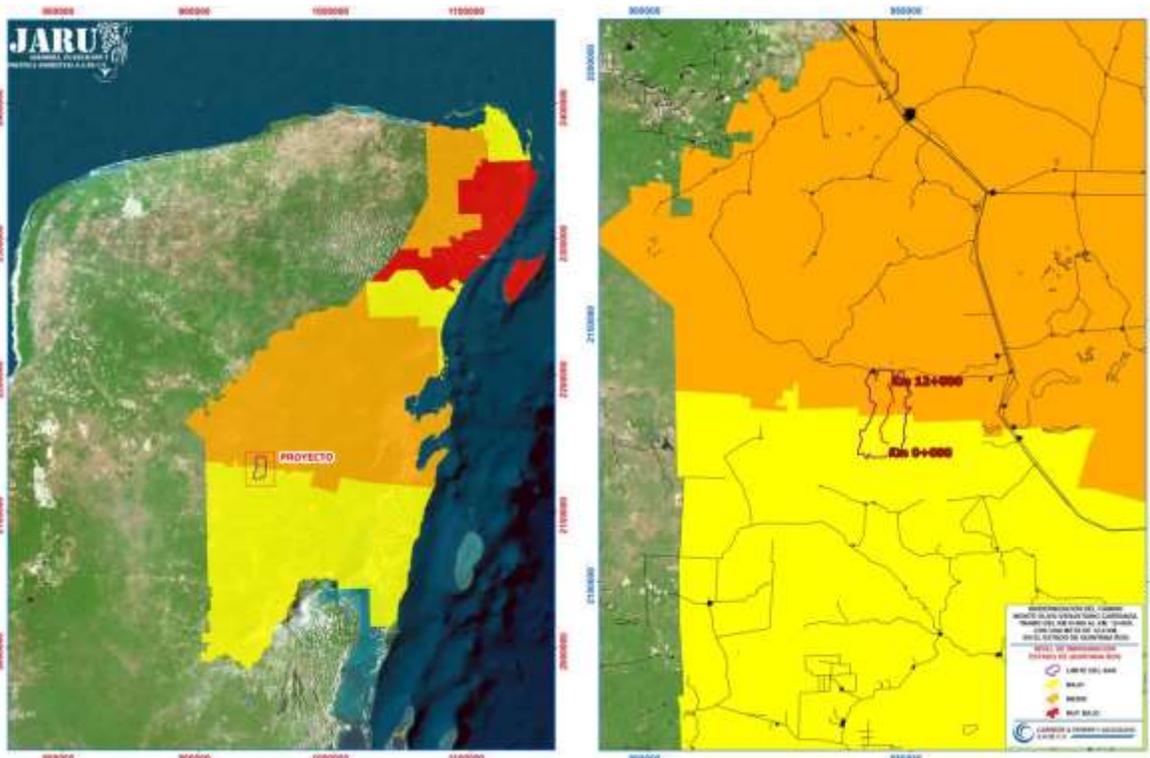


Figura IV.59. Nivel de marginación del estado de Quintana Roo.

Por otro lado, en las localidades que conforman el SAR, se tiene que para Venustiano Carranza presente un grado de marginación para el año 2005 en un nivel Muy Alto, mientras que para el 2010 se presentó en el nivel Alto, con un rezago social de nivel medio. Para las tres localidades restantes no se tiene registro.

Índice de desarrollo humano

El índice de Desarrollo Humano es un indicador social estadístico que se basa en tres parámetros, tales como Vida larga y saludable: Medida según la esperanza de vida al nacer; Educación: Medida por la tasa de alfabetización de adultos y la tasa bruta combinada de matriculación en educación primaria, secundaria y superior, así como los años de duración de la educación obligatoria; Nivel de vida digno: Medido por el PIB per cápita PPA en dólares. A partir de la información censal del año 2005, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo de México, desarrolló el Índice de Desarrollo Humano Municipal para cuyo cálculo se ajustaron los indicadores por cuestión de disponibilidad de la información, de esta forma se obtuvo que en el estado de Quintana Roo se registró en el año 2005 un índice de desarrollo humano del 0.754 entrando en un nivel alto de desarrollo por lo que se posiciona en el lugar 12 a nivel nacional¹⁸. Mientras tanto, a escala municipal se registró un índice de desarrollo humano de 0.73 para el municipio de

18

http://www.mx.undp.org/content/dam/mexico/docs/Publicaciones/PublicacionesReduccionPobreza/InformesDesarrolloHumano/PNUD_boletinIDH-web.pdf

José María Morelos, colocándolo en el nivel medio de desarrollo y en el lugar 1,709 a nivel nacional. En cuanto al municipio Othón P. Blanco se registro el índice de desarrollo humano de 0.83, lo que indica un nivel alto, situado al municipio en el lugar 260 a nivel nacional.

Estructura urbana

La estructura urbana son las redes de conexión, servicios, vialidades, transportes, salud, abastecimiento, recreación, etc. Que sobresalen del equipamiento de infraestructura expuestas al espacio público y que sirven para el mejor funcionamiento de una urbe o poblado por medio de la reproducción ampliada de la fuerza del trabajo. La estructura del SAR corresponde a asentamientos irregulares principalmente rurales, por lo que existe un desarrollo urbano como tal, ya que carece de algunos elementos para las necesidades básicas de las comunidades dentro del Sistema Ambiental Regional. La principal vía de acceso hacia el SAR son carreteras secundarias localizadas fuera de esta, por lo que la principal red de conexión inicia de la carretera federal 293 Chuhud - Pedro Antonio Santos, perteneciente al municipio de Felipe Carrillo Puerto, adentrándose por una carretera secundaria que atraviesa los poblados Presidente Juárez y Nuevo plan de la Noria, por lo tanto, el mejoramiento del camino del proyecto en concreto permitirá la mejor movilización de las localidades las alejadas del SAR, como son Monte olivo y la Calumnia, permitiéndoles trasladarse rápidamente tanto a las zonas turísticas como a poblados aledaños.

Población indígena

De acuerdo con los datos estadísticos de INEGI, el estado de Quintana Roo ocupa el cuarto lugar con el 44.4% en la lista de los Estados con mayor diversidad étnica en México. Con base en registros recientes en el estado de Quintana Roo existe gran diversidad de grupos étnicos donde la predominante es la etnia Maya. Se asientan principalmente en los municipios de Felipe Carrillo Puerto, Lázaro Cárdenas, Solidaridad y José María Morelos, este último corresponde parte de SAR. Entre las lenguas que se hablan en el estado son: Maya (17,7979 hab), Tzotzil (3,392 hab), Chol (3,059 hab) y Kanjobal (1,516 hab). Según los estudios realizados de INEGI, se dice que hay 196 060 personas mayores de 5 años que hablan alguna lengua, lo que representa un 16% con respecto a la población del Estado de Quintana Roo. En relación con los municipios del SAR, se tiene que para José María Morelos presenta una población total de 19,094 que habla alguna lengua indígena (10,016 hombres y 9078 mujeres), de los cuales 17,696 habla español y 1124 no habla el español, mientras que 274 habitantes no se especificó. Por lo tanto 14,634 habitantes del municipio no hablan ninguna lengua étnica y 76 habitantes no especificaron. Con respecto al municipio Othón P. Blanco se tiene una población con habla indígena de 21,973 habitantes de los cuales 11,565 son hombres y 10,408 son mujeres. De estos habitantes, 20683 hablan español y 342 no la hablan, mientras que 948 no especificaron. La población restante que no habla ninguna lengua indígena es de 207,670. La población que no especifico corresponde a 851 habitantes.

Vivienda

La vivienda es el espacio físico donde yacen, se desarrollan y se integran a la sociedad las familias; representa además, un escenario de profundos significados afectivos y sociales, y se constituye como un bien patrimonial. La vivienda digna es una necesidad social, su carencia genera diferencias entre los diferentes grupos sociales así como asentamientos irregulares alrededor de las áreas con mayor desarrollo urbano y falta de estabilidad dentro del núcleo familiar.

En el estado de Quintana Roo hay 440,663 viviendas particulares, el promedio de ocupantes por vivienda es de 4.4. Para el municipio La José María Morelos se registraron 8,295 viviendas habitadas en el año 2010; representando el 100% de vivienda particular; mientras que el municipio de Othón P. Blanco registro 65,893 viviendas, de los cuales, 65,874 corresponden a vivienda particular (99.97%), y 19 viviendas son colectivas, lo que representa el 0.03% del total. De manera específica, en las localidades que conforman el SAR, se tienen 44 viviendas para la localidad de Venustiano Carranza, la localidad de Monte olivo cuenta con 8 viviendas, mientras que la localidad de San isidro y La calumnia no se tienen registros pero en la primera cuenta con 4 habitantes por lo que posiblemente solo se ubique una vivienda, en la segunda cuenta con aproximadamente 10 habitantes.

Drenaje y alcantarillado

El servicio de drenaje y alcantarillado propicia un ambiente de sanidad así como de bienestar para la comunidad en general, la carencia de estos servicios es posible que genere importantes problemas de salud pública. A nivel municipal se tiene que en el municipio José María Morelos 6,564 viviendas disponen de excusado o sanitario, de los cuales 5485 viviendas disponen de drenaje, 2,751 viviendas no disponen de drenaje y 42 viviendas no especifican. Mientras que para el municipio de Othón P. Blanco 63,344 viviendas disponen de alcantarillado de los cuales 61,475 disponen de drenaje, 3,672 no disponen de drenaje y 387 no especifican. A nivel local, dentro del SAR no se encontró información detallada para las localidades que lo conforman, sin embargo, es posible que carezcan de dicho servicio debido al aislamiento de la zona y porque la población en menor a los 200 habitantes, principalmente de las localidades, Monte Olivo, La calumnia y San Isidro. No obstante, en la localidad de Venustiano Carranza al ser la zona donde se concentra la mayor población del Sistema Ambiental Regional, posiblemente se cuenten con letrinas o baños secos para las necesidades básicas de la población.

Agua potable

El acceso al agua potable es un derecho que tenemos todos por naturaleza. Este vital líquido es la base de toda vida en el planeta por lo que su falta y carencia resulta fatal para la población que lo padezca. De esta manera, a nivel municipal se registra que para el municipio de José María Morelos, 8,067 viviendas particulares habitadas disponen de agua entubada de red pública, lo que representa el 97.45%. El 2.20% de las viviendas particulares habitadas no disponen de este servicio, esto refiere a 182 viviendas particulares habitadas. Por otro lado el 0.35% de viviendas no especificaron la disponibilidad de agua entubada o red pública. En el municipio de Othón P. Blanco 64,133 viviendas disponen de agua entubada de la red pública, lo que representa el 97.86%; mientras que 1,104 no disponen de dicho recurso, lo cual representa el 1.68%; y

finalmente 297 viviendas no especificaron, lo que representa un 0.45%. Sin embargo, a escala local, dentro del Sistema ambiental, no se encontraron registros el servicio de agua entubada o red pública en las localidades.

Electrificación

En cuanto a luz eléctrica se refiere, en los municipios José María Morelos y Othón P. Blanco se han implementado importantes avances respecto a la cobertura de este servicio en las viviendas particulares habitadas en dichos municipios. De acuerdo a los estudios recabados por SNIM en el 2010, se registró que en el municipio de José María Morelos 7,796 viviendas cuentan con energía eléctrica, mientras que 460 no disponen de ella. El 0.27 % de las viviendas no especificaron la disponibilidad de la energía. En el municipio de Othón P. Blanco 63,890 viviendas disponen de energía eléctrica, mientras que 1,469 no disponen y 175 no especificaron. Cabe resalta que en las localidades que conforman el SAR, carecen de energía eléctrica debido a su aislamiento, con excepción de la localidad de Venustiano Carranza, ya que esta si cuenta con dicho servicio.

Pavimentación

Dentro del Sistema Ambiental Regional las localidades de Monte de Olivo, La calumnia y San Isidro no cuentan con pavimentación. Únicamente la carretera que comunica la localidad de Venustiano Carranza con la localidad de La Noria ubicado fuera del SAR. Por lo que todos los caminos y calles son terracería o pequeñas brechas.



Figura IV.60. Aspecto general de los caminos que conectan Monte de olivo con la localidad de Venustiano Carranza (imagen izquierda) y la carretera que comunica la localidad de Venustiano Carranza con La Noria (imagen derecha).

Salud

El tema de salud al igual que la educación resulta de suma importancia sobre todo en regiones donde se presenta un alto índice de pobreza y aislamiento social, representando esto un riesgo para el bienestar de las familias mexicanas.

De acuerdo con los datos del SNIM el municipio de José María Morelos registro un total de 28,663 derechohabientes de los cuales 14,058 son hombres y 14605 son mujeres.

Mientras que el municipio de Othón P. Blanco cuenta con 185,788 derechohabientes, de los cuales 89,244 son hombres y 96,544 son mujeres. Cabe señalar que en las localidades que conforman el Sistema Ambiental Regional no se registraron instalaciones de Salud, o la información no está disponible.

Educación

Debido a que el rezago social- económico va de la mano con necesidades de primera instancia como la educación, actualmente en México es posible encontrar zonas sin acceso a la educación principalmente zonas bajo algún estatus de pobreza. Esto se debe a que en algunas zonas rurales se encuentra aisladas o incomunicadas de difícil acceso, ingresos insuficientes o simplemente la falta de espacios educativos, principalmente en zonas indígenas, no obstante dentro del SAR, la comunidad del Venustiano Carranza considerada la más poblada del SAR, cuenta con 3 espacios escolares; el colegio TUTUL XIU, primaria publica indígena que imparten en un horario matutino. El colegio Ignacio Manuel Altamirano, escuela pública de educación inicial que imparte clases en horario discontinuo. Por último el colegio Benito Juárez, de educación preescolar que imparte educación básica indígena y publica. En lo que corresponde a las localidades Monte olivo, San isidro y La Calumnia, no cuentan con instalaciones escolares por lo que se tienen que trasladar a la localidad de Venustiano Carranza, por lo que las condiciones actuales en las que se encuentra el camino principal hacia dicha comunidad, impiden que los niños lleguen a su destino.

Infraestructura

De acuerdo con los datos levantados en campo se confirmó que dentro del SAR no se cuenta con ninguna red de carreteras, por lo que los caminos actuales son de terracería. Por lo que la implementación del mejoramiento del proyecto en concreto beneficiara las localidades presentes a lo largo del trazo, acortando así el tiempo de transportarse de un lugar a otro. Ya que actualmente se encuentra en condiciones desfavorables principalmente en temporada de lluvias, impidiendo así que los pobladores lleguen a su destino (Figura IV.61).



Figura IV.61. Aspecto general de algunos tramos del camino que comunica la localidad de Monte de olivo con Venustiano Carranza.

IV.5. Diagnóstico regional sobre los recursos naturales y la conservación ambiental del SAR

IV.5.1 Funcionamiento general del SAR

El Sistema Ambiental Regional corresponde a un fragmento del extremo Suroeste del Estado de Quintana Roo comprendido dentro de los municipios José María Morelos y Bacalar, asentado en la provincia fisiográfica Península de Yucatán, específicamente en la subprovincia Carso y Lomeríos de Campeche, que comprende dentro del Estado de Quintana Roo a los Municipios de Felipe Carrillo Puerto, José María Morelos y Othon P. Blanco (Bacalar), que se caracteriza por estar conformada por una plataforma de rocas calcáreas con una altitud promedio menor a 50 msnm, y con un suave declive de Oeste a Este, hacia el mar, con un gran número de áreas deprimidas denominadas “bajos o sabana” en las que por las precipitaciones pluviales se forman inundaciones conocidas como aguadas; el SAR se constituye como una planicie de depósito, estrecha, formada por procesos de acumulación fluvial reciente en los lechos aluviales y por el arrastre de materiales, constituida por materiales litológicos de caliza, principalmente ocupadas por vegetación capaz de soportar condiciones de inundación. De esta manera, se reconoce dentro del SAR un relieve prácticamente homogéneo, debido a la presencia de dos unidades de relieve, el mesiforme caracterizado por conforma por terrenos elevados y llanos, de estructura tabular o monoclinal ligeramente inclinada y el relieve cárstico, que se caracteriza por ser un relieve conformado por ciclos de disolución generando relieves negativos de fondo plano con depósitos eluviales y deluviales.

De acuerdo a la orografía, altitud y latitud del SAR prevalece un solo tipo climático, el cual corresponden a un cálido subhúmedo con presencia de lluvias todo el año, de fórmula climática $Aw1(x')$, caracterizado por presentar una temperatura media anual en el orden de 28.2°C, con una media del mes más cálido de 22.7°C, así como una fría generalmente mayor de 18°C, registrada durante los meses de diciembre, enero y febrero.

El marco geológico del Sistema Ambiental Regional está conformado por materiales litológicos de origen sedimentario representado por calizas, constituidas fundamentalmente por una secuencia de caliza, marga y brecha calcárea que datan del período Terciario de la época del Eoceno y más recientemente del Cuaternario; las calizas se caracterizan por contener pequeñas cantidades de minerales, como arcillas, hemantitas, sideritas y cuarzos, que le proporcionan el color tan característico al suelo y el grado de coherencia de la roca. En la zona también es posible identificar materiales de tipo suelo, originados por los depósitos finos de arcillas y limos sin consolidar derivados de las rocas preexistentes, tanto de origen eólico, como lacustre y palustre, situados en un área bien definida, identificada como una zona pantanosa o inundable.

Estos materiales los precursores del desarrollo de suelos de tipo Gleysol vértico en asociación con suelos litosoles de textura fina constituido con más del 35% de arcillas y fase lítica distribuidos en las partes más bajas del SAR constituidas por la unidad de relieve cárstico acumulativo; así como suelos Litosoles de textura fina y fase lítica distribuido principalmente en las zonas más elevadas del SAR (45-80 msnm) en la unidad de relieve mesiforme de estructura tabular. Por su parte, los recursos hídricos del SAR son generados por la precipitación pluvial, una parte de esta agua se filtra y alimenta al acuífero subterráneo, mientras que otra parte se deposita en las denominadas aguadas, las cuales constituyen el principal sustento para el desarrollo de las actividades de las

localidades del SAR, como las actividades agrícolas, y en menor predominio las ganaderas.

La interacción de los tipos edáficos con los tipos climáticos ha favorecido la existencia de diez Usos de Suelo, de los que dos son comunidades vegetales forestales en diferentes estados de conservación y cuatro son áreas donde la composición vegetal primaria ha sido sustituida por distintos usos; de tal manera que podrían considerarse solo dos tipos de coberturas vegetales naturales, la Selva Baja Caducifolia inundable y la Selva Mediana Subperennifolia, y las actividades humanas la existencia de otras asociaciones por el estado de conservación en el que se presentan, aunque en solo el 7.79% del SAR la vegetación natural ha sido modificada como el cultivo de temporal, pastizales, y el establecimientos de asentamientos humanos, de tal suerte que más del 90% de la vegetación del SAR se encuentra en buenas condiciones de conservación.

Desde el punto de vista ecológico, los diferentes ecosistemas tanto perturbados como conservados, así como las zonas agrícolas y pastizales que se desarrollan dentro del SAR son refugio permanente y estacional de alrededor de 307 especies de vertebrados terrestres, entre los que destaca el grupo de las aves por ser el más diverso con 173 especies, seguido por los mamíferos con 73 especies, 42 reptiles y 19 anfibios. Del total de las especies con potencial distribución dentro del SAR 71 especies se encuentran catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de estas 18 se encuentran bajo el estatus de Amenazada, 12 bajo el estatus de peligro de extinción y 41 bajo la categoría de protección especial.

Por otro lado, dentro del Sistema Ambiental se encuentran solo dos pequeñas localidades, las cuales corresponden a la localidad de Venustiano Carranza y Monte Olivo. Las actividades productivas en el SAR corresponden al sector primario, con poco más del 90% de la población, pues la siembra de maíz y otros cultivos, son de suma importancia ya que en este sector radica la principal fuente de ingresos y fuente de alimento para las familias del SAR.

No obstante, en la región donde se asienta el Sistema Ambiental Regional delimitado para el proyecto, la dinámica de comportamiento y funcionamiento se ha dado por el desarrollo de las actividades de las localidades que en el habitan, de esta forma, el principal reto ambiental y de desarrollo que afronta es el aspecto forestal. La mayor parte de la superficie que integra al SAR son terrenos nacionales y por tanto sin propiedad particular, esto favorece a la tala clandestina y el contrabando de madera, que de acuerdo con las autoridades municipales de José María Morelos, es un problema difícil de controlar por carecerse de la infraestructura y personal adecuados.

La relación entre la gente y la fauna silvestre no se restringe únicamente al uso de ésta, numerosas especies animales son dañadas por considerárseles una amenaza para los pobladores de la zona. Algunas especies de animales causan daños considerables a la población y afectan otros sistemas productivos, como ejemplo la coralillo (*Micrurus diastema*) la cual ocasiona daños a la salud y el loro frente blanca (*Amazona albifrons*) que ocasiona daños a los cultivos, entre otras, así como la cacería furtiva dirigida a especies con valor alimenticio o de ornato, que sin control puede ocasionar la posible sobreexplotación de sus poblaciones.

La ganadería extensiva representa la actividad más importante en la zona de influencia, que ocasiona grandes extensiones de tierra desmontadas sembradas con pasto para el ganado. Esto representa un serio problema para los ecosistemas de la región ya que

favorece la deforestación, la degradación gradual de los ecosistemas, así como la invasión y propagación de especies de pasto que no son de la región. Sin embargo, esto es consecuencia de la escasa variedad de alternativas de ingresos económicos para las comunidades de la zona. En cuanto a la agricultura en la zona, ésta se lleva a cabo bajo el sistema de rozatumba-quema, que sin la adecuada vigilancia por parte de los comunitarios, ocasionan incendios forestales que provocan la modificación de las condiciones de los ecosistemas del área y la erosión paulatina del suelo.

Las especies de plantas de mayor importancia económica para la región, son principalmente las arbóreas, destacándose entre ellas las maderables. Sin embargo, éstas constituyen solamente unas cuantas especies vegetales. Como en otras zonas tropicales, las selvas de esta área presentan una dominancia de maderas duras. En este sentido, la región ha estado sujeta a un corte selectivo de los árboles mejor constituidos y de mayor valor económico, transformando la estructura original de la vegetación.

Los problemas sociales, económicos y políticos de la década de los setenta en las regiones de alta densidad de población, en el Centro y Norte del país, hicieron que el gobierno federal se fijara en Quintana Roo y así se inició un poblamiento dirigido (1970-1976). Esta política sirvió para reubicar a los campesinos (mitigando los problemas agrarios nacionales) e impulsar también los intereses locales de convertir en estado al territorio de ahora Quintana Roo. Se crearon nuevos centros de población ejidal (NCPE), con habitantes de diferentes estados y en menor proporción reubicando gente del territorio. Los sistemas productivos de las comunidades de la región donde se asienta el SAR reflejan su diversidad social y cultural. En los ejidos de población mayoritariamente maya, la producción se basa en la explotación forestal y la agricultura bajo el sistema de Roza-Tumba-Quema. En aquellos ejidos en los que la población predominante tiene su origen en otras regiones del país (Tabasco, Veracruz, etc.), la producción se basa en la agricultura y ganadería extensivas. Las actividades forestales predominantes son la extracción de maderas duras tales como jabón (*Piscidia piscipula*); siricote (*Cordia dodecandra*), pucté (*Bucida buceras*), etc., y maderas preciosas como la caoba (*Swietenia macrophila*) y el cedro (*Cedrella odorata*), la extracción del látex del chicozapote (*Manilkara zapota*) para la elaboración de chicle natural de exportación, la cacería y la producción de durmientes para la construcción de viviendas.

Considerando estas características, para la evaluación del diagnóstico regional ha sido necesario analizar la estructura y función del SAR desde la interacción de tres componentes; el medio biótico, es decir la flora y la fauna, el medio físico o biótico (clima, suelo, agua, geomorfología) y el socioeconómico que involucra las actividades antrópicas desarrolladas en el entorno del proyecto. Considerando la interrelación de estos tres componentes el medio físico funciona como el sustrato principal que provee sostén, materias primas y energía al sistema biológico, el cual a su vez provee una capacidad de sustentación al medio social, que obtiene alimentos y materias primas tanto del sistema físico como del biológico.

Con base en esto, y a lo descrito en el apartado de paisaje, el SAR se puede dividir en dos zonas, agrupadas a partir del sistema geomorfológico; a) zonas altas, que comprenden la unidad de relieve mesiforme y b) las zonas bajas, que corresponden a las zonas más bajas y planas del SAR representadas por la unidad de relieve cárstico acumulativo.

En este contexto, las zonas altas conformadas por el sistema de relieve mesiforme representa la mayor superficie del SAR con el 52.40% de este, lo que representa una superficie de 5,991.51 Ha; esta zonas se caracterizan por conformar un relieve de terrenos elevados y llanos, de estructura tabular o monoclinal ligeramente inclinada. Estas zonas están constituidas por estructuras sedimentarias originalmente depositadas en cuencas, valle y hondonadas. Estas estructuras tienen un relieve mesiforme, que no es sino una llanura preexistente que ha sido elevada por movimientos tectónicos o bien exhumadas por denudación planar. La misma superficie y escasa pendiente, favorece la acción de procesos de denudación planar o sea, los que tienen un efecto de despliegue de manto, sin embargo en los flancos de las mesas domina el proceso de disección (erosión), a costa de ir reduciendo el área de la superficie tabular. Este relieve es característicos de las porciones Noreste – Noroeste y Sur del SAR, su altitud oscila entre los 45 y 80 msnm, generalmente está integrada en materia geológica por materiales calizos, constituidos fundamentalmente por una secuencia de caliza, marga y brecha calcárea que datan del período Terciario de la época del Eoceno, materiales que han permitido el desarrollo de suelos de tipo litosol (leptosoles) suelos delgados de fase lítica. El clima que se desarrolla en las zonas altas corresponde a un clima cálido subhúmedo, que ha permitido el desarrollo de selva mediana subperennifolia en diferentes estados de conservación, que se caracteriza por que cerca del 50 al 75% de las especies que la conforman eliminan sus hojas en la época seca del año. En el SAR esta asociación está compuesta por individuos arbóreos con estratos entre los 7 y 25 m de altura, lo que denota su buen estado de conservación. Estas zonas generan importantes servicios ambientales, tales como la regulación hidrológica de la región, la fijación de carbono y liberación de oxígeno, son hábitat de un gran número de especies faunísticas, entre muchos otros.

En esta unidad se asienta el poblado de Venustiano Carranza en la porción Noreste del SAR y en la porción Sur el poblado de Monte Olivo (mucho menor que el primero), mismo que ha influido en la alteración de las zonas altas, pues toda su actividad económica gira en torno a la zona donde se asienta, de tal forma es posible evidenciar las zonas que han sido alteradas, tanto por el retiro de vegetación para ser aprovechada para la construcción de viviendas como por aprovechamiento selectivo de las especies, así también es común el retiro de vegetación para implementar zonas de pastizales inducidos para el sostenimiento del ganado y zonas de cultivo, aunque estas últimas no son muy redituables, debido a que tienen una vida útil corta, pues los suelos al ser muy delgados y carentes de nutrientes no permiten cosechas abundantes, y al ser desmontados para la ejecución de estas actividades rápidamente se lavan y se pierden, dejando expuesta a la roca caliza, donde posteriormente es ocupada por especies secundarias dando paso a la sucesión de estos sitios.

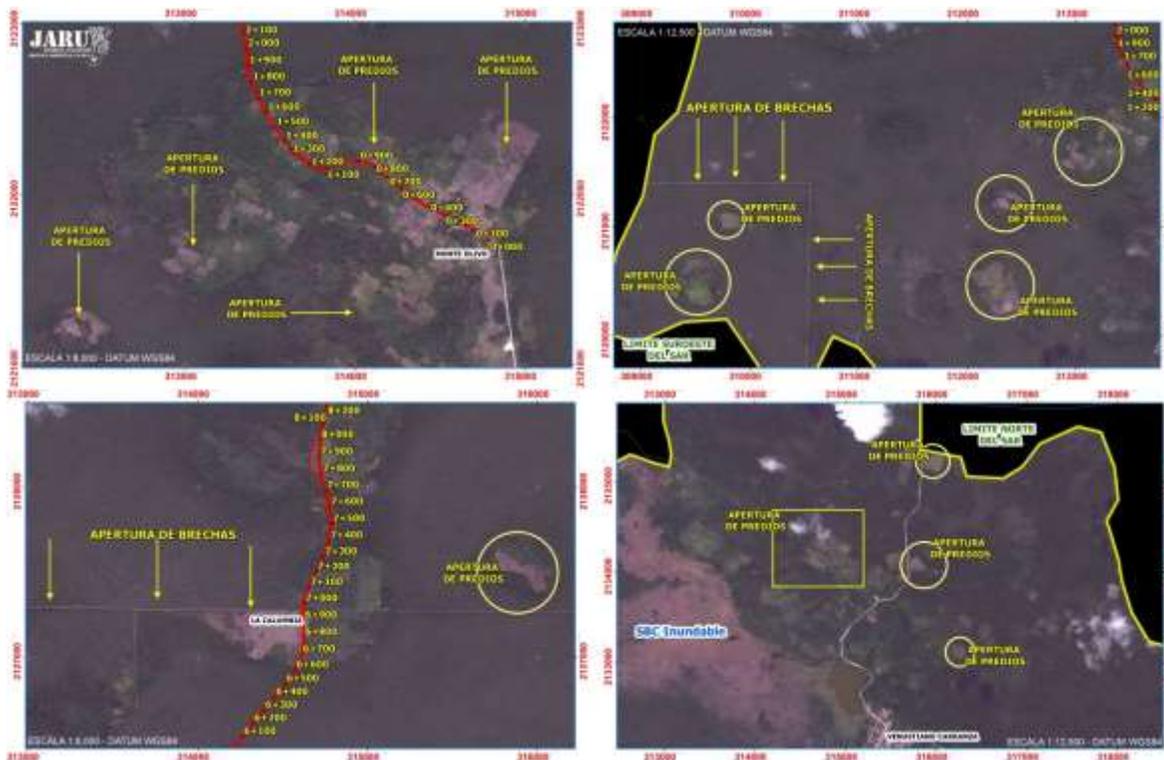


Figura IV.62. Dentro de las zonas de la unidad de relieve mesiforme es posible identificar porciones alteradas, debido al desmonte para implementación de zonas de cultivo y pastizales inducidos para el sostenimiento del ganado o por el aprovechamiento clandestino de madera.

En estas zonas la conectividad se ha visto comprometida, debido principalmente al desmonte ocasionado por las actividades que se realizan, no obstante las zonas aun ocupadas por selva mediana subperennifolia en mejor estado de conservación, aun son hábitat de un importante número de especies de vertebrados, entre ellos algunos que se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en algún estatus de riesgo.



Figura IV.63. El principal factor de cambio y disturbio dentro del SAR es debido a los asentamientos humanos y al desarrollo de sus actividades, las cuales han tenido mayor impacto sobre la unidad de relieve mesiforme.

Concretamente, las zonas de la unidad relieve mesiforme del SAR si bien, presentan selva mediana subperennifolia en diferentes estos de conservación, esta se ha visto afectada por la implementación de zonas dedicadas a la agricultura, así como por el crecimiento de pastizales inducidos destinados al sostenimiento de la ganadería no muy abundante de extensiva, por lo que son zonas amenazadas por el crecimiento de estas actividades primarias, ya que se encuentran circundadas por amplios campos de cultivo; a pesar de ello siguen siendo hábitat potencial para la distribución de 108 especies de vertebrados de las cuales son 4 anfibios, 8 de reptiles, 17 mamíferos y 79 aves, compartidas muchas de estas con las zonas agrícolas, dado a la facilidad de adaptación y hábitos generalistas de las especies, dentro de estas podemos mencionar a Iguana negra (*Ctenosaura similis*), iguana yucateca (*Ctenosaura defensor*), sapo común (*Rhinella marina*), lagartija común (*Anolis lemurinus*), loro frente blanca (*Amazona albifrons*), tortolita (*Columbina passerina*), carpintero (*Melanerpes aurifrons*), zorrillo (*Conepatus semistriatus*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), tlacuache (*Didelphis virginiana*), mapache (*Procyon lotor*), entre otros.



Figura IV.64. Entre las amenazas que presentan las zonas de la unidad de relieve mesiforme se encuentran la implementación de zonas agrícolas, el pastoreo extensivo y el cultivo de pastizales muy frecuentes dentro del SAR.

Por su parte, las zonas bajas, ubicadas en la porción Centro-Noroeste y Suroeste del Sistema Ambiental Regional, representadas por la unidad de relieve cárstico acumulativo representan el 47.60% de la superficie del polígono, con 5,443.49 Ha; se caracterizan por ser un relieve conformado por ciclos de disolución generando relieves negativos de fondo plano con depósitos eluviales y deluviales, este relieve representa la etapa más avanzada de la karstificación, geológicamente está integrado por materiales de tipo suelo, originados por los depósitos finos de arcillas y limos sin consolidar derivados de las rocas preexistentes, tanto de origen eólico, como lacustre y palustre, situados en un área bien definida, identificada como una zona pantanosa o inundable.



Figura IV.65. La inaccesibilidad de las zonas del relieve cárstico que se encuentran inundadas evita la utilización de estos sitios por los habitantes de las localidades del SAR.

Derivado de estas características, estas zonas son ocupadas por suelos de tipo Gleysol vértico en asociación con suelos litosoles de textura fina constituidos con más del 35% de arcillas; en estas zonas la infiltración es lenta y el espejo de agua llega a subir arriba de 1m de altura después de una lluvia fuerte, lo que ha permitido el desarrollo fundamentalmente de selva baja caducifolia inundable. Este tipo de vegetación generalmente se encuentra dominada por palo tinte (*Haematoxylum campechianum*) asociada con jícaro (*Crescentia cujete*), dominada por una estructura arbórea, con individuos que no sobrepasan los 10 m de altura, los cuales cerca del 50% dejan caer sus hojas durante la época seca; esta asociación vegetal requiere de la inundación temporal para que los gametos de sus componentes viajen de un parche de selva inundable a otro.

Estas zonas, se han visto afectadas principalmente por la apertura de brechas y senderos para la extracción de leña para autoconsumo, así como para la extracción de madera y palmas para la construcción de viviendas; no obstante, estas zonas al encontrarse en alguna época del año inundadas, les confieren ciertas características de protección, pues los pobladores rara vez ejecutan sus actividades económicas en estos sitios y pocas veces incursionan en sitios más lejanos, consecuentemente estas zonas se constituyen como importantes corredores biológicos, que permiten el flujo de las especies sobre todo en la porción centro del SAR, pues es una zona de poco acceso debido a los pocos caminos. Debido a esto, estas zonas también son hábitat de casi toda la fauna sensible a los disturbios y conforman las rutas más importantes de movimiento de mamíferos medianos y grandes, así como sus presas, en estas zonas es probable la presencia de jaguar (*Panthera onca*) y puma (*Puma concolor*).



Figura IV.66. Las zonas del relieve cárstico son las que se mantienen en mejor estado de conservación.

Considerando las características del Sistema Ambiental descritas y al analizar la estructura y función del Sistema Ambiental Regional delimitado para el proyecto, desde la interacción de tres componentes; el medio biótico, es decir la flora y la fauna, el medio físico o biótico (clima, suelo, agua, geomorfología) y el socioeconómico que involucra las actividades antrópicas desarrolladas en el entorno del proyecto, se procedió a realizar el diagnóstico del sistema, para lo que se tomaron en cuenta los siguientes indicadores:

- ✓ Presencia de cubierta vegetal natural
- ✓ Riqueza de especies
- ✓ Recarga del acuífero o infiltración
- ✓ Accesibilidad (que se refiere a las pendientes que limitan el desarrollo de actividades antropogénicas).

Tabla IV.31. Criterios y ponderación para determinar la aptitud del suelo para conservación.

Criterio	Condición	Ponderación máxima
Presencia de cubierta vegetal natural	Selva Baja Caducifolia inundable	0.4
	Selva Mediana Subperennifolia conservada	
	Selva Mediana Subperennifolia medianamente conservada	
	Mediana Subperennifolia perturbada	
	Zona inundable	
	Cuerpo de agua	
	Pastizal inducido	
	Áreas agrícolas	
	Asentamientos humanos	

Criterio	Condición	Ponderación máxima
	Zona sin vegetación aparente	
Riqueza de especies	Presencia de especies susceptibles a la perturbación o indicadores de conservación	0.3
Recarga del acuífero	Zonas permeables, que contribuyan a la recarga del acuífero	0.2
Accesibilidad	Zonas con el desarrollo de vegetación inundable que limiten el desarrollo de actividades antropogénicas.	0.1

Conforme la utilización de estos indicadores de conservación del SAR, se obtuvo el siguiente modelo que nos define las zonas del sistema mejor conservadas y las mayormente perturbadas. De esta forma es preciso observar que prácticamente en su totalidad el sistema se encuentra en buenas condiciones de conservación, a excepción de las zonas que se ubican en los alrededores de los asentamientos humanos pues son las que se han visto mayormente afectadas.

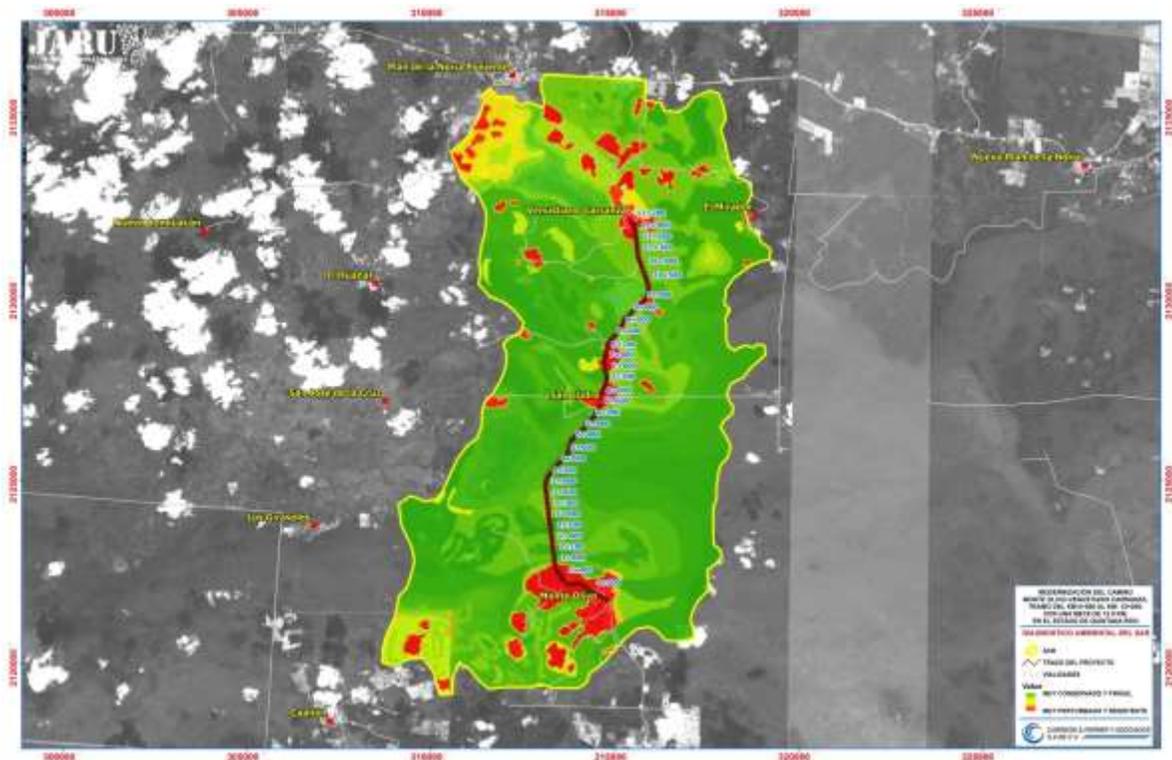


Figura IV.67. Diagnóstico del SAR.

El mapa nos muestra claramente las zonas catalogadas como conservadas y frágiles (en tonos verdes) del SAR, las cuales corresponden prácticamente a las zonas donde se desarrolla la unidad de relieve cárstico de acumulación, donde se desarrolla selva baja caducifolia inundable conservada, evidente por la composición y estructura reflejada en el procesamiento de los datos de campo de la vegetación; además del registro de un mayor número de especies susceptibles a la perturbación, lo que es un indicador del buen estado de conservación en el que se encuentran estas zonas, si bien la infiltración es menor en comparación de las zonas del relieve mesiforme, esto no le resta importancia, pues tiene mayor peso en la región el hecho de presentar las características necesarias para funcionar como importantes corredores biológicos de especies de hábitos poco conspicuos y de amplios rangos de distribución. Por su parte, las zonas en amarillo, que corresponden a las zonas perturbadas pero frágiles, refieren básicamente a las zonas donde se ha efectuado la remoción de la cubierta vegetal original, lo que las ponen en un escenario frágil, debido a que de seguir con la práctica de inducción de pastizales o actividades agrícolas en sitios donde originalmente se desarrollaba selva en buen estado de conservación o colindan con esta, tenderán a desaparecer diferentes servicios ambientales que prestan estos ecosistemas, pues el riesgo de que se extienda la frontera agrícola es mayor, además de amenazar a la conectividad que se daba originalmente en estos sitios, si bien es probable que debido a la baja incidencia de actividad antropogénica estas zonas sigan siendo frecuentadas por especies raras es importante destinar estas actividades más a la periferia de los asentamientos humanos, para evitar peores efectos al medio ambiente. Las zonas más perturbadas y resistentes, son básicamente las zonas donde se desarrollan asentamientos humanos y en donde con mayor frecuencia se efectúan gran parte de las actividades económicas de la población, consecuentemente en estas zonas se ha perdido conectividad con las zonas conservadas del SAR, y es común registrar la presencia de especies vegetales secundarias y especies faunísticas generalistas, más adecuadas a las actividades de disturbio.

De acuerdo con esto, se ha encontrado que las condiciones ambientales dentro del Sistema Ambiental son relativamente homogéneas, que en muchos de los casos se presenta en situaciones perturbadas que no permiten que exista una diversidad de flora y fauna considerables; por otra parte, las especies faunísticas que se encuentran son indicadoras de lugares perturbados, no obstante aún no se han sobrepasado los límites de resistencia y resiliencia, aunque se trata de zonas antrópicas, que a través de los años ha ido sufriendo modificaciones; no obstante de continuar con la dinámica social, económica y territorial que se ha identificado principalmente en las porciones centrales del SAR, se podría continuar con la ocupación desordenada del suelo no apto para el desarrollo de asentamientos humanos ni de sus actividades económicas. Por otro lado, dentro del SAR también zonas de importancia para su conservación son las ocupadas por la selva baja inundable conservada, esto por constituir ecosistemas adecuados para el desarrollo de fauna especialista y sensible al disturbio, así pues, estas zonas constituyen una inminente fuente de servicios ambientales de calidad, tales como la fijación de carbono, liberación de oxígeno entre muchos otros servicios ambientales de importancia.

IV.6. Tendencias de desarrollo y deterioro del Sistema Ambiental Regional

El Sistema Ambiental Regional (SAR) se ubica dentro de los municipios José María Morelos y Bacalar, en el Estado de Quintana Roo, integrado por 14 localidades; Monte

Olivo, Venustiano Carranza La Isla, Caanán, Los Girasoles, San José de la Cruz, El Huanal, El Mirador, Nueva Cunducan, Francisco Villa, Plan de la Noria, Dieciocho de Marzo, La Primavera, y Guadalupe Victoria. Estas circunscripciones son de relevancia social para los municipios, fundamentalmente por su situación geográfica.

El principal reto ambiental y de desarrollo que afronta la región donde se asienta el Sistema Ambiental Regional delimitado para el proyecto, es el aspecto forestal. La mayor parte de la superficie que integra al SAR son terrenos nacionales y por tanto sin propiedad particular, esto favorece a la tala clandestina y el contrabando de madera, que de acuerdo con las autoridades municipales de José María Morelos, es un problema difícil de controlar por carecerse de la infraestructura y personal adecuados.

La relación entre la gente y la fauna silvestre no se restringe únicamente al uso de ésta, numerosas especies animales son dañadas por considerarseles una amenaza para los pobladores de la zona. Algunas especies de animales causan daños considerables a la población y afectan otros sistemas productivos, como ejemplo la coralillo (*Micrurus sp.*) la cual ocasiona daños a la salud y el loro frente blanca (*Amazona albifrons*) que ocasiona daños a los cultivos, entre otras. La cacería furtiva dirigida a especies con valor alimenticio o de ornato, que sin control puede ocasionar la posible sobreexplotación de sus poblaciones.

La ganadería extensiva representa la actividad más importante en la zona de influencia, que ocasiona grandes extensiones de tierra desmontadas sembradas con pasto para el ganado. Esto representa un serio problema para los ecosistemas de la región ya que favorece la deforestación, la degradación gradual de los ecosistemas, así como la invasión y propagación de especies de pasto que no son de la región. Sin embargo, esto es consecuencia de la escasa variedad de alternativas de ingresos económicos para las comunidades de la zona. En cuanto a la agricultura en la zona, ésta se lleva a cabo bajo el sistema de rozatumba-quema, que sin la adecuada vigilancia por parte de los comunitarios, ocasionan incendios forestales que provocan la modificación de las condiciones de los ecosistemas del área y la erosión paulatina del suelo.

Las especies de plantas de mayor importancia económica para la región, son principalmente las arbóreas, destacándose entre ellas las maderables. Sin embargo, éstas constituyen solamente unas cuantas especies vegetales. Como en otras zonas tropicales, las selvas de esta área presentan una dominancia de maderas duras. En este sentido, la región ha estado sujeta a un corte selectivo de los árboles mejor constituidos y de mayor valor económico, transformando la estructura original de la vegetación.

Los problemas sociales, económicos y políticos de la década de los setenta en las regiones de alta densidad de población, en el Centro y Norte del país, hicieron que el gobierno federal se fijara en Quintana Roo y así se inició un poblamiento dirigido (1970-1976). Esta política sirvió para reubicar a los campesinos (mitigando los problemas agrarios nacionales) e impulsar también los intereses locales de convertir en estado al territorio. Se crearon nuevos centros de población ejidal (NCPE), con habitantes de diferentes estados y en menor proporción reubicando gente del territorio. Los sistemas productivos de las comunidades de la región donde se asienta el SAR reflejan su diversidad social y cultural. En los ejidos de población mayoritariamente maya, la producción se basa en la explotación forestal y la agricultura bajo el sistema de Roza-Tumba-Quema. En aquellos ejidos en los que la población predominante tiene su origen en otras regiones del país (Tabasco, Veracruz, etc.), la producción se basa en la

agricultura y ganadería extensivas. Las actividades forestales predominantes son la extracción de maderas duras tales como jabín (*Piscidia piscipula*); siricote (*Cordia dodecandra*), pucté (*Bucida buceras*), etc., y maderas preciosas como la caoba (*Swietenia macrophila*) y el cedro (*Cedrella odorata*), la extracción del látex del chicozapote (*Manilkara zapota*) para la elaboración de chicle natural de exportación, la cacería y la extracción de madera y otros materiales para la construcción de viviendas.

De esta forma, es claro que el SAR en un escenario tendencial deberá sus cambios al comportamiento demográfico y composición de sus actividades productivas, por lo que es importante, entender primero las modificaciones que se esperan para el medio socioeconómico y con base en lo que ha sucedido en el pasado inferir los cambios para los siguientes años.

El proceso de regionalización histórico del Estado de Quintana Roo, dio como resultado la delimitación de 3 regiones económicas, el Sistema Ambiental Regional delimitado para proyecto se ubica en dos regiones, en la denominada Zona Maya, ubicada en la porción Norte del Sistema y en la Región Sur, que comprende la porción Centro-Sur del SAR.

Los municipios donde se asienta el SAR contaban en 2005 con una población de 219,763 habitantes para Othón P. Blanco y con 32,746 habitantes el municipio José María Morelos; para 2010, de acuerdo a INEGI, con una población de 36,179 habitantes para el municipio José María Morelos, de los cuales 19,006 eran hombres y 18,173 mujeres, con una densidad de población de 7.76 hab/km². Para el municipio de Othón P. Blanco (segregado para conformar el municipio de Bacalar) contaba con un total de 244,553 habitantes, de los cuales 121,906 eran hombres y 122,647 mujeres, con una densidad poblacional de 15.33 hab/km².

De acuerdo a las proyecciones del Consejo Nacional de Población, CONAPO, en 2010 la población del municipio de Othón P. Blanco habría sufrido un incremento a 24,790 habitantes lo cual representó el 1.8% de la población estatal; para el caso del municipio de José María Morelos su incremento solo fue de 3,430 habitantes, lo que represento el 0.25% de la población estatal; de acuerdo a este comportamiento se espera que para el 2030 nuevamente se incrementará. La tasa de crecimiento en 2010 para Othón P. Blanco se registró en 5.28%, superior a la registrada para el estado, y se estima que para 2030 se mantenga con valores del orden del 3.89% o superior, superando a la esperada para el estado. Con lo que se espera un incremento demográfico mayor en el año 2030. A pesar de que existirá un crecimiento demográfico en la entidad, en el SAR, esta será menor en términos relativos, esto debido a que la población suele concentrarse en las zonas más urbanizadas y la región que comprende el proyecto no lo es.

Tomando como referencia los datos ofrecidos por CONAPO, la pirámide poblacional para el SAR, se ha ido modificando a través de los años; un dato importante en cuanto a la población es un municipio es la edad de sus habitantes, ya que de ella depende la fuerza de trabajo y en consecuencia el dinamismo de su economía; en este sentido, de acuerdo al censo 2010, cerca del 50% de los habitantes que integran el SAR se encuentran dentro de la población activa, esto nos indica que se cuenta con una suficiente fuerza de trabajo. También es de destacar que alrededor del 35% de la población es menor de 15 años, lo que es un indicativo que señala que se tiene una población con edades óptimas para su desarrollo, ya que si este porcentaje fuera menor nuestra tasa de actividad general disminuiría, y traería como consecuencia que las personas que laboran tendrían que producir para un gran número de personas que no generan bienes. Con estos valores se

puede presuponer que el SAR, en una perspectiva tendencial a 2030 disminuirá la población infantil, por lo que se reducirá la población en edad escolar, en contraste se incrementará la población en edad laboral y reproductiva, se espera mayor demanda de fuentes de empleo y requerimiento de vivienda, también se incrementará la población de 60 años y más por lo que será necesario generar mayores apoyos, sobre todo en seguridad social.

Pues este desplazamiento en la pirámide de edades muestra que en el mediano y largo plazos la mayor parte de la población se encontrará en los grupos de edad adulta y adulta mayor, lo que implicará fuertes presiones en el sistema de salud y seguridad social tanto a nivel del SAR, como municipal, por lo que además de ampliar y mejorar la infraestructura de salud para atender a la población actual, con el fin de mejorar su nivel y calidad de vida enfatizando la atención a los grupos vulnerables de la Región.

La distribución por grupo de edad muestra que el empuje poblacional en la población de 0 a 14 años reflejará la disminución en la tasa de natalidad observada en los últimos diez años, lo que reduciría notablemente las necesidades de educación básica. La dinámica de población más elevada se concentra en el estrato de población de la tercera edad (60 o más años), lo que implicará una presión sustancial en términos del gasto en salud, pensiones y atención social a este grupo poblacional. La población entre 15 y 60 años (PEA y PEI) tendría una dinámica de crecimiento sustancialmente más elevada, lo que seguirá ejerciendo presión al sistema en cuanto al desarrollo de las actividades económicas que se desarrollan, las cuales dentro del SAR se identifican como predominantes las del sector primario, con el cultivo de chile, frijol, maíz y jitomate.

Con respecto a la migración, según datos del Consejo Estatal de la Población, los migrantes tienen de 15 a 35 años. Hace diez años, la entidad apenas figuraba en las cifras de expulsión económica de personas; hoy Quintana Roo es la veintiunava entidad mexicana en producir indocumentados para Estados Unidos. Durante el periodo 1995-1999, la pérdida neta de población por la migración interestatal pasó en promedio a -0.26 habitantes por cada cien anual, para 2005 fue de -0.27 y en 2010 la tasa fue de -0.26. Para el periodo de proyección se ha estimado que la migración interna pasará de -0.27 en 2015 a -0.26 por cada cien habitantes en 2030. Adicionalmente a los movimientos al interior de nuestro país, la migración internacional, cuyo principal destino es Estados Unidos de América, también juega un importante papel en el crecimiento y distribución por sexo y edad de la población. En el caso de Quintana Roo, sobre todo en la porción Sur del estado, donde colinda con el país de Belice, la migración hacia el país vecino ha sido un componente relevante para entender el cambio poblacional de la entidad. Durante el periodo 1990-1999, la entidad presentó una pérdida migratoria al registrarse una tasa de -0.04 por cada mil habitantes; sin embargo, en el período 2000-2010 hay fluctuaciones, tal que la tasa mínima se registró en 2005 (-0.24), la tasa de 2010 fue de -0.06. Si bien la entidad se sigue caracterizando por la expulsión de población, en el período proyectado se ha establecido en promedio una tasa de -0.09 por cada mil personas. En el caso del SAR, se estima que la migración disminuirá durante los próximos 14 años y será uno de los factores que influyan para el incremento de la población asentada en edad productiva en el sistema.

La dinámica de población implicará que el número de viviendas en los municipios aumente; de esta forma de las 8,295 viviendas del municipio de José María Morelos, se espera para 2030 sea de 14,829; para Othón P. Blanco, se espera que de las 65,893 registradas en la actualidad, en 2030 sea de 98,984. Esto conlleva la creación 2,830

viviendas por año en los próximos 14 años. Este ritmo de generación de vivienda, acompañado del objetivo fundamental para la Región de abatimiento de la pobreza y mejoramiento de la calidad de vida (en el municipio de José María Morelos) implicará un esfuerzo importante en la provisión de servicios básicos, tales como agua potable, drenaje, electricidad, entre otros. La dinámica anterior implicaría cambios marginales en la composición de la PEA por sector de actividad. En específico, se anticipa un incremento de la PEA agropecuaria. En materia de crecimiento regional, se espera una composición del valor de la producción regional sin cambios sustantivos.

Con los datos del medio socioeconómico que se integraron al SIG, y a partir del cambio del uso del suelo y vegetación (USV) entre 1995 y el 2010; se generó un escenario tendencial, mediante la utilización del algoritmo CA_Markov, incluido en el programa de cómputo IDRISI. El algoritmo utiliza cadenas Markovianas que permiten calcular la probabilidad de cambio de una clase a otra con base en la matriz de cambios de un cierto lapso. La idea subyacente es que los cambios observados en un periodo de tiempo tienen tendencia a repetirse en un periodo posterior (Paegelow *et al*, 2003). Se genera una matriz de transición que toma en cuenta la matriz de un momento inicial (el USV 1995) y la de uno siguiente (el USV 2010). La matriz de transición permite el cálculo de cuáles serán las superficies de cada clase de usos del suelo en el año 2030 si las tendencias lineales del periodo 1995-2010 prosiguieran. El programa utiliza también un subprograma de decisiones multicriterio y multiobjetivos.

Con técnicas multicriterio se definen las áreas más aptas para cada clase de uso del suelo. Es la técnica que se empleó para la elaboración de los mapas sectoriales de aptitud del suelo, pero ahora enfocada a las clases de uso del suelo. De esta forma se establecen cuáles son las mejores áreas para ubicar o para eliminar superficie de las clases que se calcularon con las cadenas Markovianas. Finalmente el programa utiliza un modelo de autómatas celulares que a partir de una celda evalúa su entorno inmediato e incrementa los valores de aptitud de una clase si alrededor existen otras celdas con el mismo tipo de uso del suelo.

Resumiendo, el programa con base en el pasado, prevé las cantidades de superficies que cambiarán y, con base en la vocación del suelo y el entorno inmediato de cada celda, las ubica creando un mapa a futuro. El sistema efectúa cálculos muy pesados y por lo tanto el número de clases utilizadas y el nivel de resolución del análisis (tamaño de cada celdas) tiene que ser calculado para no saturar el procesador. Por ello, se generalizaron las clases consideradas en los usos de suelo (Ambas capas del USV de 1995 y 2015, poseen la misma clasificación con la finalidad de obtener un verdadero análisis de las áreas de los tipos de vegetación que se van reduciendo e incrementando), y el tamaño de la celda a considerar fue de 10 metros, lo que reduce el número total de operaciones de cómputo. La cartografía resultante contiene las siguientes clases de uso de suelo y vegetación:

- ✓ Áreas agrícolas
- ✓ Asentamientos humanos
- ✓ Cuerpos de agua
- ✓ Pastizal
- ✓ Selva Baja Caducifolia Inundable
- ✓ Sin vegetación aparente
- ✓ Selva Mediana Subperennifolia conservada

- ✓ Selva Mediana Subperennifolia medianamente conservada
- ✓ Selva Mediana Subperennifolia perturbada
- ✓ Zona inundable

La dinámica social, obliga a realizar un análisis de los principales tipos de vegetación con respecto al cambio de suelo de la vegetación original y las actividades económicas que se realizan en cada una de ellas. En la siguiente tabla se expresa la tendencia que seguirán los diferentes tipos de vegetación y usos de suelo presentes en el SAR. De manera general el SAR en el escenario tendencial, mostrará cambios en algunos usos de suelo. Los cambios más notables son el incremento en la agricultura, el incremento en los asentamientos humanos así como el aumento de las zonas de pastizal, por tanto los cambios florísticos no se harán esperar y las especies generalistas desplazarán a las especialistas como ha sucedido en los últimos años en las zonas actualmente perturbadas, esto no solo ha afectado la estructura sino también ha mermado las funciones. Estos cambios se dan a consecuencia de las tendencias que vienen dándose en el SAR en los últimos años. La modificación de la estructura de la vegetación traerá consigo cambios colaterales ya que los géneros forestales de la selva mediana subperennifolia tienen mayor capacidad para la captura de carbono, a diferencia de los usos de suelo de asentamientos humanos e incluso agrícolas y pastizales.

Tabla IV.32. Comparación del escenario actual y tendencial al 2030 del uso de suelo y vegetación del SAR.

Uso de Suelo y Vegetación	Escenario pasado	Escenario actual	Escenario tendencial
Areas Agricolas	475.22 Ha	797.31 Ha	1,968.50 Ha
Asentamientos Humanos	28.39 Ha	49.93 Ha	94.96 Ha
Cuerpo de agua	19.01 Ha	18.48 Ha	18.48 Ha
Pastizal	21.98 Ha	34.03 Ha	79.39 Ha
SBC Inundable	6,433.06 Ha	6,328.59 Ha	6,050.73 Ha
Sin vegetacion aparente	7.99 Ha	9.69 Ha	110.34 Ha
SMSP Conservada	356.17 Ha	312.31 Ha	92.49 Ha
SMSP medianamente conservada	980.68 Ha	850.21 Ha	739.04 Ha
SMSP perturbada	2,023.18 Ha	2,006.78 Ha	1,301.42 Ha
Zona Inundable	1,089.32 Ha	1,027.69 Ha	979.65 Ha

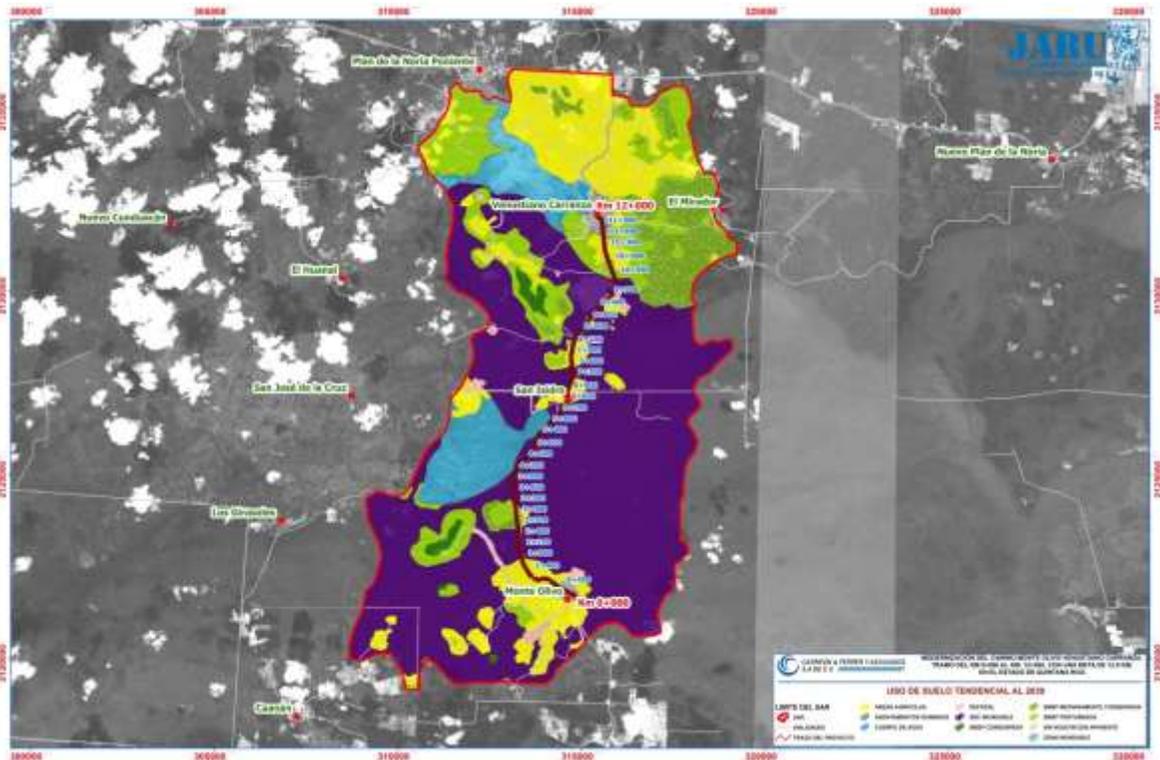


Figura IV.68. Uso de Suelo y Vegetación del Sistema Ambiental Regional actual.

Actualmente el uso de suelo que domina el SAR es la Selva Baja Inundable con 6,328.59 Ha, y para el 2030 la tendencia apunta a que siga siendo el de mayor superficie, sin embargo con una ligera disminución, esto frente al incremento de asentamientos humanos, pues si bien, generalmente los pobladores no utilizan las zonas de este tipo de vegetación para su establecimiento, porque son muy susceptibles de inundarse, si extraen en gran medida los materiales necesarios para la construcción de sus viviendas, como son postes de madera y palmas para el techado de sus viviendas, consecuente se espera que disminuyan, representando 6,050.73 Ha con una disminución de hasta 277.86 Ha, esta tendencia se ha mantenido a través de los años, pues de antaño las afectaciones sobre la SBC inundable se traducen en un incremento en las zonas con vegetación perturbada. Pues al empezar a tener intrusión antropogénica la composición vegetal cambia y consecuentemente también su fisonomía, y conforme se van incrementado las actividades humanas en estos sitios se va deteriorando más, hasta llegar a formar parte de una vegetación secundaria; si bien este proceso toma muchos años en los cuales se de una alteración constante, el ganado puede ser un factor detonante, pues al fomentar la introducción del ganado, a una alimentación y cría de manera extensiva, el proceso de alteración se acelera, y si a esto le sumamos el aprovechamiento selectivo de la vegetación principalmente para leña y postes para vivienda, la introducción de especies ajenas al sitio y el favorecimiento para su crecimiento es inminente. De esta forma, de las 6,328.59 Ha que conforman para 2030 se espera solo representen 6,050.73 Ha, esto se da principalmente porque al ser ya vegetación alterada, es más fácil su retiro para la introducción de pastizales o incluso para ser utilizados en la agricultura.

Por su parte, el pastizal inducido (o cultivado) que es utilizado para el sostenimiento del ganado, en la actualidad representa 34.03 Ha, y se espera pueda incrementarse hasta las 79.39 Ha; la agricultura, en la actualidad posee 791.31 Ha y se prevé se incrementen hasta 1,968.50 Ha más, representando de esta forma para 2030 un incremento significativo de 1,171.19 Ha; ambos usos se favorecerán frente a la disminución de la selva mediana subperennifolia.

Los asentamientos humanos se incrementan 45.03 Ha, actualmente existen 49.93 Ha y se pronostica que habrá 94.96 Ha para 2030, este aumento se llevará a cabo en las zonas aledañas de los asentamientos ya establecidos, así como sobre algunas zonas de cultivo y los remanentes de vegetación perturbada que existen próximas a las zonas de asentamientos humanos. De modo que, la expansión de los asentamientos humanos se prevé se dé sobre las zonas que actualmente poseen vegetación perturbada de selva mediana subperennifolia, cercana a los asentamientos actuales.

De forma general el panorama florístico vegetal no muestra un cambio importante en los próximos catorce años. La dinámica que se vive dentro del SAR desde hace años y en la actualidad son las directrices que marcan la tendencia de la zona de estudio, los cambios más drásticos que se observan en la siguiente figura, son consecuencia de los usos actuales y los requerimientos diarios de los pobladores. Los cambios en la flora esperados son los mismos que se han observado desde que el SAR ha ido cambiando paulatinamente sus zonas forestales principalmente de selva mediana subperennifolia por zonas de cultivo, originándose desde entonces extensiones importantes de vegetación secundaria que alojan especies indicadoras de perturbación.

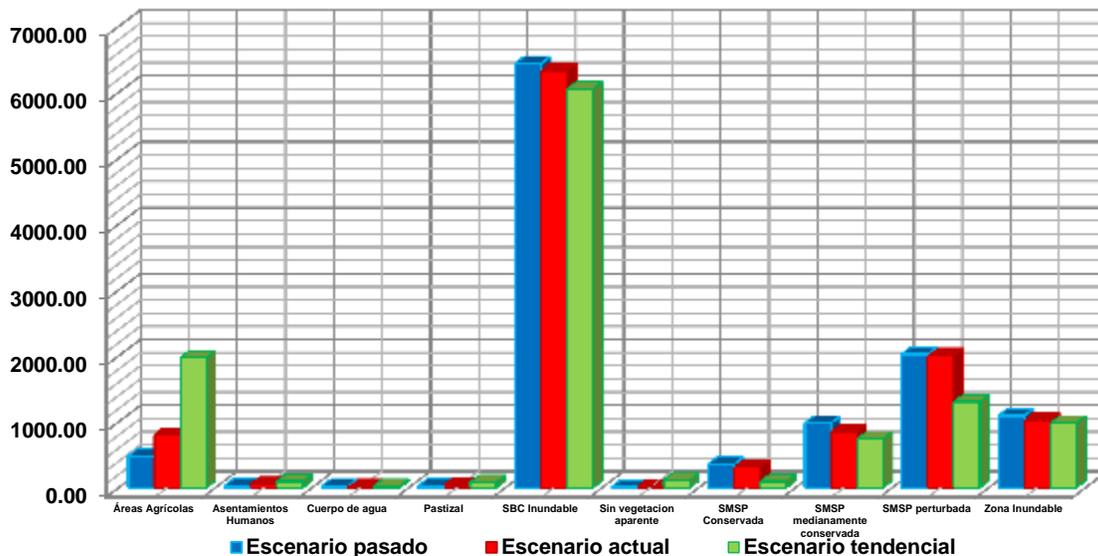


Figura IV.69. Tendencial de los cambios de Vegetación y usos del suelo dentro del SAR.

Como puede observarse en la figura anterior, el escenario actual y tendencial son muy similares; los cambios esperados son mucho menores y si tuviéramos oportunidad de tener imágenes de satélite de hace más de 40 años, se podría percatar que el escenario tendencial, no se refleja en una función matemática representada por una recta sino a una

función parabólica, con una asíntota en un punto aún no identificado (pero estamos cerca del alcanzar dicho punto), esto es, no se llegará nunca a una degradación total del sistema, ni a una pérdida total de la vegetación y sus servicios; por el contrario si la política fuera diferente a como la tenemos y se aplicaran programas de remediación por parte de profesionales, se revertiría parte del daño, desgraciadamente esto no se observó en las tendencias.

El comportamiento de la fauna que se ha venido dando en los últimos 20 años apunta a la pérdida de hábitats, esto debido fundamentalmente a la reducción en superficie y alteración de la selva mediana subperennifolia del SAR, por lo que de forma tendencial se prevé siga ocurriendo en un futuro esta pérdida.

Por otra parte, al considerar una pérdida de 497.68 Ha sobre la vegetación natural del SAR puede intuirse que la fauna silvestre experimentará un fuerte efecto sobre las poblaciones de las especies muy especialistas, ligadas a las zonas cubiertas por selva; un bajo efecto hacia las especies de amplitudes ecológicas moderadas (vertebrados que pueden sobrevivir tanto en hábitats conservados o perturbados); que son la mayoría de las especies del SAR y, por último se espera que algunas especies se vean favorecidas; en tal caso se encuentran las especies adaptadas a zonas modificadas o alteradas.

La fauna fuertemente ligada a la selva mediana subperennifolia conservada será la que se verá más afectada, debido a que este hábitat presentará un importante decremento y está bajo fuerte presión por los recursos que contiene, pues como se prevé, las zonas que sostienen vegetación natural experimentarán un decremento de hasta 497.68 Ha en conjunto (SBC inundable y SMSP conservada). Por otra parte, se espera un aumento de conflictos entre el hombre y la fauna silvestre, sobre todo aquella fauna que utiliza el área de agricultura y los pastizales como un recurso alimenticio. Asimismo, aumenta los conflictos entre la fauna doméstica y feral (gatos y perros que han escapado del control domestico) sobre la fauna silvestre.

Por tanto, la tendencia para los próximos 14 años apunta a una disminución en la diversidad alfa y beta y a mantenerse la diversidad gama. Sin embargo, se estima que la diversidad alfa disminuya en las zonas de selva mediana subperennifolia, y aumente ligeramente en los ecosistemas más perturbados (pastizal inducido). El cambio más importante será en la diversidad beta, se espera que para estos años la composición faunística sea más homogénea a lo largo de las distintas unidades del paisaje o hábitats, por lo tanto habrá una pérdida moderada de la diversidad beta. Si las tendencias en la transformación del hábitat no cambian drásticamente, no se espera extirpación de especies o poblaciones dentro del SAR, resultando en una estabilidad de la diversidad gama.

No obstante, debe aclararse que la magnitud del cambio en las diversidades es difícil de cuantificar debido a los efectos acumulativos del desplazamiento de la fauna silvestre; pues, es importante recordar que a diferencia de la vegetación, la fauna es móvil y no responde a las fronteras geopolíticas o de planeación generadas por el hombre (como en este caso lo es el polígono del Sistema Ambiental Regional), por lo que es de suponerse que poblaciones e individuos de los diferentes grupos de vertebrados estarán saliendo y entrando del SAR a lo largo de este periodo de tiempo, efecto consecuente de las metapoblaciones.

En lo que corresponde al medio físico, como se ha observado, el factor de cambio dentro del SAR han sido las actividades antropogénicas, pues de antaño, en la región se ha ido

eliminando las zonas vegetadas, de tal manera que en la actualidad cerca del 10% de la vegetación natural del SAR ha sido desmontada con el motivo de la expansión de la mancha agrícola en un principio, y más recientemente de los asentamientos humanos; con este proceso no solo se han reducido las zonas de selva mediana subperennifolia, sino también las zonas de selva baja inundable. Esta dinámica, que también tuvo fuerte impacto dentro del SAR, ha provocado la modificación en los procesos naturales del sistema, afectando con la estructura y función; alterando de cierta manera los elementos ambientales tanto bióticos como la fauna pues se ha visto reducido su hábitat; y los abióticos, es decir el suelo, el agua y en tanto el paisaje.

En este contexto, como se ha observado y discutido, el SAR ha experimentado varios cambios de uso de suelo, y la afectación de sus recursos, los que han llevado a que se agraven los procesos erosivos del sustrato edáfico; actualmente en el SAR se han presentado procesos de erosión moderados, que se han visto favorecidos por las características litológicas, edafológicas, y un tanto más por el uso, pues con el retiro de la vegetación se ha visto afectada la fuente de materia orgánica hacia el horizonte superficial, que le confería al componente edáfico estabilidad y cohesión, traducido esto en sustratos más susceptibles a la erosión; esta dinámica se espera se siga dando, pues se prevé que en 14 años se pierdan alrededor de 497.68 Ha de vegetación, lo que sugiere que dicha situación mantendrá activos los procesos de erosión actuales.

La selva mediana subperennifolia conservada y perturbada que se conservan actualmente en el Sistema Ambiental tienen un papel determinante en la captación e infiltración del agua de lluvia debido a que en la geoforma en la que se ubican es altamente permeable, y a que reduce la irradiación solar que llega al suelo y con ello la evaporación; de modo que esta vegetación proporciona una mayor oportunidad para que el agua pueda infiltrarse al subsuelo, pues los espacios porosos y la consistencia del suelo modificado por el crecimiento de las raíces de la vegetación facilita su filtración; bajo estas condiciones la infiltración se lleva a cabo sin importar que las pendientes topográficas sean pronunciadas, de modo que la captación del agua de lluvia de la vegetación presente en SAR (en cualquiera de sus estadios) permite la recarga del acuífero y reduce la evaporación local, lo que da continuidad a los volúmenes de agua que se infiltra, fomentando el equilibrio en el ciclo hidrológico. En tanto, de perder 219.82 Ha de este tipo de vegetación frente al crecimiento de la frontera agrícola, los pastizales y asentamientos humanos previstos dentro de SAR para 2030, la infiltración de agua tendrá también una disminución frente a la evaporación, por lo que en los volúmenes de recarga podría disminuir.

CAPÍTULO V

IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

La ampliación y modernización (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) así como los trabajos de mejoramiento (del Km 3+040 al Km 7+211) del Camino Monte Olivo - Venustiano Carranza, tramo del Km 0+000 al Km 12+000, con una meta de 12.0 km, en el Estado de Quintana Roo pretende la adecuación de una terracería existente para que cumpla con las especificaciones de un camino "Tipo C" (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) en una longitud de 7.83 Km, adicionalmente se realizaran trabajos para el mejoramiento de dicha terracería en una longitud de 4.17 Km (del Km 3+040 al Km 7+211) esto acorde a lo establecido en el PM de la ANP Bala'an Ka'ax el cual PROHIBE la construcción, ampliación y cambios de uso de suelo por motivos de modernización de caminos; sin embargo el PM de la ANP Bala'an Ka'ax permite la ejecución de actividades de mejoramiento y mantenimiento de caminos existentes. Para que la promovente pueda ejecutar dichos trabajos se requiere:

- 1) De la afectación de 2.96 Ha de vegetación forestal para los trabajos de ampliación y modernización (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) así como el impacto sobre áreas catalogadas como No Forestales en una superficie de 2.352 Ha.
- 2) Evitar la afectación por desmonte y ampliación de la superficie de rodamiento actual sobre la Subzona de preservación de la ANP Bala'an Ka'ax durante los trabajos de mejoramiento de la sección presente en los Km 3+040 al Km 7+21.

Como parte del análisis del Capítulo II se considera que las actividades proyectadas (ampliaciones, rectificaciones y trabajos de mejoramiento) implican la generación de impactos puntuales y significativos al medio ambiente, ya que, en su mayoría, la obra requerirá de la apertura de 4.11 Km por acciones de rectificación y 3.72 Km por trabajos de ampliación de la superficie de rodamiento actual; por lo que sera necesaria la afectación de 2.96 Ha de vegetación forestal y de 2.35 Ha de vegetación No Forestal.

V.1. Identificación de las Afectaciones a la Estructura y Funciones del Sistema Ambiental Regional (SAR)

Para este apartado, se procedió a la identificación de los impactos ambientales en cada una de las actividades a ejecutar; se asignaron valores para cada una de efectos identificados y se cuantifico de acuerdo a los cronogramas de trabajo. En conjunto dichas actividades impactaran sobre un aspecto determinado, ya sea a nivel biótico o abiótico. En este capítulo se presenta la matriz de interrelaciones y se discuten cada una de ellas. Además se incluye el método de valorización de los impactos ambientales y se diferencian entre impacto significativo y no significativo.

V.1.1. Descripción de las actividades de la obra, factores ambientales y presentación de interrelaciones

La obra se dividió de acuerdo a su presentación en el Capítulo II del presente estudio, estos corresponden a preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento. Con esta matriz se identifican los impactos en base a la interacción entre componentes del sistema ambiental y las actividades a realizar durante los trabajos de ampliación, rectificación (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) así como los trabajos de mejoramiento (del Km 3+040 al Km 7+211) del Camino Monte Olivo - Venustiano Carranza:

- 1) Se definen los componentes para cada categoría a evaluar: Ecosistemas, Contaminación ambiental, Aspectos estéticos y Aspectos de interés humano.
- 2) Se enlistan las actividades a realizar para el proyecto de acuerdo al programa de trabajo presentado en el capítulo II y a la información proporcionada por el promovente.
- 3) La matriz quedó integrada por las cuatro categorías mencionadas, 45 componentes ambientales y las actividades de instalación, mostrados en las tablas siguientes:

Tabla V.1. Descripción de las Obras y Actividades.

Descripción de Obras	
Preparación del Sitio	
Liberación del derecho de vía necesario para la ampliación y rectificación.	<p>Se requiere de la liberación del D.V. en una superficie de 5.31 Ha, de estas 2.96 Ha corresponden a zonas con vegetación forestal. Esta superficie corresponde a los trabajos de ampliación (del Km 0+000 al Km 0+540, del Km 0+540 al Km 0+800, del Km 1+000 al Km 1+100, del Km 1+100 al Km 1+180, del Km 1+180 al Km 1+220, del Km 1+220 al Km 1+360, del Km 1+360 al Km 1+440, del Km 1+440 al Km 1+500, del Km 1+500 al Km 1+560, del Km 1+560 al Km 1+600, del Km 1+600 al Km 1+700, del Km 1+700 al Km 1+800, del Km 2+100 al Km 2+120, del Km 2+400 al Km 2+460, del Km 2+980 al Km 3+040, del Km 7+760 al Km 7+780, del Km 8+020 al Km 8+060, del Km 8+320 al Km 8+420, del Km 8+420 al Km 8+440, del Km 8+520 al Km 8+580, del Km 10+300 al Km 10+320, del Km 10+320 al Km 10+440, del Km 10+440 al Km 11+020, del Km 11+020 al Km 11+600, del Km 11+600 al Km 11+960 y del Km 11+960 al Km 12+000) y rectificaciones (Km 0+800 al Km 1+000, del Km 1+800 al Km 2+100, del Km 2+120 al Km 2+400, del Km 2+460 al Km 2+980, del Km 7+211 al Km 7+760, del Km 7+780 al Km 8+020, del Km 8+060 al Km 8+320, del Km 8+440 al Km 8+520 y del Km 8+580 al Km 10+300) proyectados a lo largo de 7.83 Km.</p> <p>En el caso de la sección presente entre el Km 3+040 al Km 7+211 no será necesario la liberación de derecho de vía debido a que el PM de la ANP Bala'an Ka'ax PROHIBE la construcción de nuevas vialidades.</p>
Desmante	Durante los trabajos de modernización del camino (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) será necesario

Descripción de Obras	
	<p>retirar un total de 1,758 ejemplares afectando un total de 11 especies.</p> <p>De las especies sujetas a desmonte, <i>Thrinax radiata</i> y <i>Cedrela odorata</i> se encuentran catalogadas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, la primera bajo el estatus de Amenazada y la segunda bajo el estatus de Protección especial.</p>
Despalme	<p>Durante esta etapa del proyecto se despalmara un volumen calculado en 4,434.90 m³, mismos que podrán ser utilizados en el arroje de los taludes que formaran el terraplén presente en los Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000, además de que el suelo despalmado ayudara en los procesos de reforestación del D.V.</p> <p>En esta actividad se cuantifico la afectación de 8 especies de arbustivas, mismas que pertenecen a 6 familias. Por otro lado en lo que respecta a especies del estrato herbáceo y epifitas tenemos que se afectaran un total de 13 especies pertenecientes a 11 Familias (<i>Pteridium aquilinum</i>, <i>Cladium jamaicense</i>, <i>Viguiera dentata</i>, <i>Mimosa púdica</i>, <i>Hamelia patens</i>, <i>Zexmenia frutescens</i>, <i>Tillandsia elongata</i>, <i>Arrabidaea floribunda</i>, <i>Cnidocolus souzae</i>, <i>Strophocactus testudo</i>, <i>Croton flaves</i>, <i>Opuntia sp.</i> y <i>Zamia loddigesii</i>) donde <i>Pteridium aquilinum</i> sera la especie de este estrato más afectada ya que se registró en el 37.15% de la superficie sujeta a despálme, seguida de <i>Cladium jamaicense</i> con el 23.95%, <i>Viguiera dentata</i> con el 15.41% y <i>Mimosa púdica</i> con el 13.71%, el resto de las especies presentan una cobertura menor del 3.00% de la superficie sujeta a despalmarse.</p> <p>De las especies arbustivas y herbáceas sujetas a despálme se identificó que <i>Thrinax radiata</i> (A), <i>Tillandsia elongata</i> (A), <i>Zamia loddigesii</i> (A) y <i>Cedrela odorata</i> (Pr) presentan estado de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, las primeras tres están catalogadas bajo el estatus Amenazada y la cuarta bajo estatus de Protección especial.</p>
Construcción	
Camino de Acceso	No se requerirán de caminos de acceso.
Nivelaciones	Solo se ejecutara en zonas de ampliación y rectificación (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000). Para la construcción del terraplén será necesario utilizar material de tepetate y otros de propiedades mecánicas adecuadas para formar las capas subyacentes. Podrá utilizarse material de descarte o bien deberá extraerse de bancos de materiales en operación comercial o nuevas operaciones (se indica la ubicación de los bancos de material mas cercanos al proyecto en el Capítulo II). En caso de uso de material de bancos de préstamo, únicamente deberá utilizarse material proveniente de un banco de materiales autorizado.

Descripción de Obras	
Adaptación y colocación de obras menores	<p>Debido a que el camino actual es una terracería existente, no se cuenta con obras de drenaje que canalicen el agua de lluvia hacia los predios contiguos; por anterior el proyecto contempla la instalación de 39 obras de drenaje menor; estas se ubican en el Km 0+121, en el Km 0+321, así como en el Km 0+605, en el Km 1+135, en el Km 1+262, en el Km 1+925, en el Km 2+170, en el Km 2+425, en el Km 2+675, en el Km 2+925, en el Km 3+325, en el Km 3+570, en el Km 3+825, en el Km 4+075, en el Km 4+325, en el Km 4+575, en el Km 4+825, en el Km 5+075, en el Km 5+325, en el Km 5+575, en el Km 5+825, en el Km 6+075, en el Km 6+325, en el Km 6+575, en el Km 6+995, en el Km 7+530, en el Km 7+670, en el Km 7+970, en el Km 8+585, en el Km 8+835, en el Km 9+085, en el Km 9+335, en el Km 9+805, en el Km 10+230, en el Km 10+645, en el Km 10+765, en el Km 11+005, en el Km 11+362 y en el Km 11+601.</p> <p>La instalación de estas obras de drenaje permitirán el correcto funcionamiento de la obra, además de que dichas obras están sobre proyectadas en sus dimensiones, esto con la finalidad de que funjan como pasos para la fauna silvestre.</p>
Construcción del cuerpo de terraplén	Formación de capas inferiores del pavimento (base, sub-base), seguido de la aplicación del pavimento y el riego de sello final. Se incluyen las obras accesorias al terraplén como son los bordillos, cunetas, contracunetas y lavaderos para el adecuado desalojo del agua que escurra sobre la carpeta asfáltica y taludes
Actividades en la planta de asfalto	En este apartado se debe tomar en cuenta la utilización de bancos de material autorizados; por lo que el presente documento no contempla la autorización de impacto ambiental por la apertura de bancos de préstamo autorizados. En caso del que constructor decida abrir su propio banco deberá solicitar los permisos correspondientes ante la secretaria. Por lo anterior, este punto no será evaluado dentro de la matriz de interacciones.
Movimiento de maquinaria y personal en la zona	<p>Las actividades asociadas al desplazamiento, maniobras y parqueo de equipo y maquinaria, almacenamiento temporal de equipos y materiales, así como la estancia del personal en los frentes de obra. El número máximo de personal contemplado para la obra son 190 personas, pero es poco probable que se encuentren de manera simultánea durante todo el tiempo que el proyecto se desarrolle.</p> <p>No se construirán campamentos para la estancia de personal, ni parqueo de maquinaria. El personal pernoctará en los poblados cercanos.</p>
Etapas de operación	
Circulación vehicular	Operación de esta vía de comunicación prevé una circulación superior a los 400 vehículos al día, siendo los vehículos tipo A los que mayor aforo presentan.

Descripción de Obras	
Mantenimiento	El conjunto de las obras que permitirán mantener la vía en buenas condiciones son: reencarpetado, reparación de baches, obras de control de escurrimientos, limpieza, cambio de señales, mantenimiento de áreas forestadas, etc.

V.1.2. Matriz de efectos ambientales actividades del proyecto–factores ambientales

Para la identificación de los impactos ambientales que derivan de la construcción y operación del proyecto, se compararon las repercusiones que tendrán estas actividades sobre los distintos factores bióticos y abióticos, así como también en el componente social. Con dicho análisis se proponen las medidas de mitigación correspondientes (Capítulo VI del presente documento) para evitar las afectaciones derivadas por la construcción y operación del proyecto. A continuación se enlistan los principales factores ambientales y sociales sujetos a perturbación.

✓ Aire

El impacto en la calidad del aire se presentará durante la etapa de construcción y operación. En el caso de la etapa de construcción las fuentes de emisión de contaminantes son móviles y puntuales, principalmente maquinaria, vehículos que circulan dentro del área donde se ejecutan los trabajos, movimientos de tierra así como el consumo y almacenamiento de combustibles. A este respecto, se espera que solo durante las etapas de preparación del sitio y construcción de la obra se presenten modificaciones en las emisiones de material particulado y gases emitidos por los automotores y maquinaria del proyecto; este tipo de emisiones al aire, corresponden principalmente a material particulado grueso y fino, originado por las obras a construir, el movimiento de tierra y maquinarias; y en parte, debido al funcionamiento de motores de combustión interna. Estas emisiones son típicas de cualquier faena de construcción y se manifiestan durante el tiempo que duran estas etapas del proyecto (preparación del sitio y construcción de la obra). De este modo, la estimación de las emisiones puede dividirse en dos tipos:

- a) Emisiones provenientes de la combustión del motor
- b) Emisiones provenientes del movimientos de tierras

Así pues, este tipo de emisiones atmosféricas son de carácter temporal, no peligrosas y de impacto local limitado. Para la modernización del proyecto se identificaron tres fuentes principales de emisiones, las que corresponden a:

- 1) Tránsito de camiones (desde y hacia la Obra). Involucra dos tipos principales de emisiones al aire. La primera se refiere a la emisión de contaminantes por efecto de la combustión en el motor y la segunda al polvo que se levanta cuando el camión circula de un lado a otro.
- 2) Construcción de las obras. Involucra todas aquellas acciones que se realizan en forma manual.

- 3) Movimiento de tierras asociado a la construcción. Se refiere a las faenas que utilizan exclusivamente maquinaria pesada, como acciones de nivelación del terreno, excavación de cimientos y zanjas para ductos de servicios básicos, etc.

El tipo de contaminantes emitidos, que se consideran para las fuentes generadoras descritas anteriormente son:

- ✓ Partículas totales en suspensión (PTS)
- ✓ Material particulado de diámetro aerodinámico inferior a 10 μm .

El material particulado grueso o partículas totales en suspensión (PTS) está compuesto principalmente por polvo suspendido, el cual es una mezcla de partículas de origen natural con otras de origen antropogénico (resultantes de actividades humanas) que han sido recicladas. Durante las actividades de preparación del sitio y construcción de la obra corresponden a actividades humanas que aportan la mayor cantidad de partículas totales en suspensión. Por otro lado, el material particulado fino que corresponde a la fracción del material particulado de diámetro aerodinámico menor a 10 μm , y que por su tamaño, estas partículas son capaces de ingresar al sistema respiratorio.

- ✓ Agua

La evaluación de este impacto refiere a los gastos promedios generados durante las actividades de construcción y operación; así como los requerimientos del personal. En este impacto también se incluye el impacto derivado por la falta de infiltración debido a los trabajos de modernización (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y a la colocación de pavimento en el área donde se realizaran los trabajos de mejoramiento (del Km 3+040 al Km 7+211). Este último impacto contempla la pérdida de infiltración en una superficie de 8.04 Ha a lo largo de los 12.00 Km.

- ✓ Suelo

Con el objetivo de determinar las potenciales modificaciones al sistema causados por el desarrollo del Proyecto se identificaron las afectaciones durante los procesos de excavación, compactación, nivelaciones, así como el patrón de drenaje que presenta el terreno para la eliminación de agua, producto de la precipitación, por medio de los declives.

- ✓ Ruido

Puede ser considerado como un contaminante del espacio a diferentes escalas, según sea su procedencia, ubicación y fuerza de producción. El ruido se desplaza generalmente a través del aire, cuya intensidad se incrementa o disminuye de acuerdo con el tipo de recorrido. Para la identificación del impacto en el ambiente se considera su velocidad de transmisión en el aire, a temperatura ambiente, que es de 340 m/s así como el nivel máximo de ruido aceptado para los seres vivos en condiciones de equilibrio que es de 68 dB. Para el ruido se evalúa de acuerdo a los decibeles que generan los vehículos y equipos durante las actividades de construcción.

✓ Flora

Se define como el conjunto de especies vegetales que habitan determinadas regiones, proponiéndose las características de la vegetación que podrían ser afectadas por las actividades del proyecto. Aunque la modernización se ubica en un espacio específico las afectaciones involucra el desmonte de 1,758 ejemplares pertenecientes a 11 especies (con diámetros superiores a los 20 cm), mismas que se distribuyen en 2.96 Ha (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000). **Por lo que sera necesario que el promovente presente el correspondiente estudio de CUSTF antes de la ejecución de cualquier obra y/o actividad.**

✓ Fauna

En lo concerniente al grupo de fauna, no habrá afectaciones significativas sobre las comunidades durante la etapa de preparación y construcción, debido a que en el D.V. solo se distribuyen especies generalistas, particularmente micro fauna (aves granívoras e insectívoras, así como algunas especies de roedores, mamíferos omnívoros, carnívoros de hábitos generalistas y amplia distribución); sin embargo en los predios contiguos a la zona de ampliación (del Km 0+000 al Km 0+540, del Km 0+540 al Km 0+800, del Km 1+000 al Km 1+100, del Km 1+100 al Km 1+180, del Km 1+180 al Km 1+220, del Km 1+220 al Km 1+360, del Km 1+360 al Km 1+440, del Km 1+440 al Km 1+500, del Km 1+500 al Km 1+560, del Km 1+560 al Km 1+600, del Km 1+600 al Km 1+700, del Km 1+700 al Km 1+800, del Km 2+100 al Km 2+120, del Km 2+400 al Km 2+460, del Km 2+980 al Km 3+040, del Km 7+760 al Km 7+780, del Km 8+020 al Km 8+060, del Km 8+320 al Km 8+420, del Km 8+420 al Km 8+440, del Km 8+520 al Km 8+580, del Km 10+300 al Km 10+320, del Km 10+320 al Km 10+440, del Km 10+440 al Km 11+020, del Km 11+020 al Km 11+600, del Km 11+600 al Km 11+960 y del Km 11+960 al Km 12+000) y rectificaciones (Km 0+800 al Km 1+000, del Km 1+800 al Km 2+100, del Km 2+120 al Km 2+400, del Km 2+460 al Km 2+980, del Km 7+211 al Km 7+760, del Km 7+780 al Km 8+020, del Km 8+060 al Km 8+320, del Km 8+440 al Km 8+520 y del Km 8+580 al Km 10+300) se pudo observar la presencia de distintas especies de aves, así como anfibios y reptiles. Estas especies se podrían ver afectadas por la modernización debido a la cantidad de ruido que se genere durante las actividades de construcción, lo que obligaría a dispersarlas al interior del sistema, este impacto afecta particularmente a las aves y mamíferos. Por otro lado, se debe considerar la pérdida de hábitat para aquellas especies que se desarrollen en el área donde se ejecuten los trabajos de ampliación y/o rectificación (en una superficie de 5.31 Ha correspondiente a la superficie de afectación por acciones de modernización en 7.83 Km); las especies que mayor afectación son principalmente roedores y lagartijas, que podrían verse afectadas por las actividades de desmonte, despalle, corte, excavación, nivelación y compactación; debemos señalar que la gran mayoría de las especies de reptiles, anfibios y particularmente roedores son de hábitos fosoriales, es decir que ubican sus madrigueras y escondites en oquedades presentes en el suelo y/o cúmulos de piedra, por lo que las actividades de modernización podrían causar la muerte de las especies que se distribuyan en estos sitios.

✓ Aspectos sociales

En este apartado se identificaron los efectos producidos sobre la comunidad por la modernización y operación de esta vía, así como el beneficio que se obtendrá por la ejecución de dicha obra.

✓ Aspecto económico

Se califica la factibilidad de generación de empleos, la afectación de áreas de interés social y cultural y las probables contingencias que puedan surgir por el proyecto así como las diferentes actividades productivas locales. Los indicadores utilizados serán cambios en el paisaje, incremento de la oferta de trabajo, aporte al sector productivo, mejoramiento de la calidad de vida y presión sobre la infraestructura pública.

En la siguiente tabla se presentan los impactos sobre los componentes bióticos y abióticos.

Tabla V.2. Actividades que impactaran sobre los componentes Bióticos y Abióticos durante las distintas etapas del proyecto.

Sistema	Componente	Factor
Medio inerte	Aire	Contaminación Auditiva
		Emisión de gases
		Emisión de partículas
	Agua	Afectación de escurrimientos intermitentes
		Modificación de los patrones hidrológicos de la zona donde se ejecute la modernización del proyecto
		Modificación en la recarga del acuífero en una superficie de 8.04 Ha
		Contaminación de Agua
	Suelo	Perdida de suelo orgánico
		Contaminación RSU suelo
		Contaminación con RP suelo
Topoforma	Modificación en el relieve	
	Degradación de paisaje	
Medio biótico	Flora	Perdida de la cobertura vegetal (Desmante y Despalme)
		Cambios en la estructura y composición florística
		Aumento de efecto borde
		Cambios en la dinámica de las comunidades vegetales
	Fauna	Perdida de hábitat

Sistema	Componente	Factor
		Daño y/o muerte de ejemplares
		Efecto barrera
		Modificación de corredores biológicos
		Riesgo de atropellamiento
Medio Social	Socioeconómico	Seguridad e integridad de la población
		Generación de empleos directos e indirectos
		Aumento de infraestructura a nivel regional
		Economía regional (Bienes y Servicios)
		Economía Local (Bienes y Servicios)
		Economía Individual (Bienes y Servicios)

En la tabla anterior se enlistan los componentes ambientales y sus respectivos factores de cambio específicos, previamente identificados por las actividades de preparación, construcción, así como los impactos que derivan por la operación y mantenimiento del proyecto. Como resultado se identificaron 26 factores agrupados en 7 componentes ambientales con susceptibilidad a ser afectados por las acciones o actividades que involucra la obra. En función de los elementos del medio ambiente que serán afectados y/o potencialmente afectados por un agente de cambio, se llevó a cabo la descripción cualitativa de los posibles impactos que se anticipan como adversos y benéficos a la calidad ambiental. Los efectos se analizaron en cuanto al sentido adverso o benéfico y su probabilidad de ocurrencia.

Tabla V.3. Impactos Potenciales.

Sistema	Componente	Factor	Descripción del impacto
Medio inerte	Aire	Contaminación Auditiva	Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación se presentaran niveles de ruido producto de la operación de la maquinaria pesada, mismos que se originan por acciones de acarreo de los materiales requeridos y/o producidos durante esta etapa. Los niveles de ruido pueden afectar de manera directa a los trabajadores involucrados en la construcción de la obra; en este caso se verán adoptar medidas que mitiguen el impacto de los ruidos generados durante esta etapa sobre los trabajadores. En lo que concierne a la etapa de operación de la carretera, debemos mencionar que los niveles de ruido serán agravados, ya que la presencia de un mayor número de vehículos impactara sobre

Sistema	Componente	Factor	Descripción del impacto
			las comunidades faunísticas presentes en la zona, derivando en una pérdida en la abundancia de los especímenes.
		Emisión de gases	Refiere a la emisión de gases (óxido nitroso y bióxido de carbono) producto de la combustión de maquinaria que participara en la ejecución de los trabajos de preparación (desmante, despalme, nivelación, excavación y formación de terracerías) y construcción de la carretera. El promovente deberá considerar que durante la ejecución de los trabajos de preparación y construcción los vehículos que utilice deberán observar las normas y medidas estatales correspondientes en materia de emisión. Así mismo se estima un incremento a la cantidad de gases durante la etapa de operación de la carretera ya que se incrementara la cantidad de vehículos que transiten.
		Emisión de partículas productos de las actividades de desmante, despalme y construcción de la carretera	De acuerdo a los cronogramas de trabajo los periodos de emisión de partículas por la ejecución de movimiento de sólidos productos de las actividades de construcción serán cortos, sin embargo su concentración durante estos periodos será elevada. El área de afectación derivado de este impacto será local ya que solo será perceptible dentro de la línea de ceros del proyecto.
	Agua	Afectación de escurrimientos intermitentes	En los trabajos de preparación y construcción de la carretera existe la posibilidad de afectación sobre los escurrimientos intermitentes presentes en distintos puntos del trazo carretero (0+989, 1+200 y 0+989) ya sea por el deslave de los suelos y/o terraplén.
		Modificación de los patrones hidrológicos de la zona donde se ejecute la modernización del proyecto	Es uno de los principales impactos derivados de la modificación del relieve del sitio y este será generado durante los procesos de construcción de la carretera. Como resultado en la modificación de los patrones de escurrimiento natural del sitio donde será modernizada la terracería se deberá considerar la susceptibilidad a la erosión, particularmente en aquellas áreas donde se presenta ligera pendiente (del Km 0+000 al Km 0+760, del Km 2+005 al Km

Sistema	Componente	Factor	Descripción del impacto
			3+970, del Km 7+100 al Km 9+160 y del Km 9+360 al Km 9+818).
		Modificación en la recarga del acuífero en una superficie de 8.04Ha	El desarrollo de la obra tiene una longitud total de 12.00 Km, de estos 7.83 Km corresponden a trabajos de ampliación y rectificación (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000). Los 4.17 Km restantes (del Km 3+040 al Km 7+211) corresponden a trabajos de mejoramiento de la terracería actual, sin embargo esta sección no presentara apertura de cerros, pero en ambos casos se considera la instalación de carpeta asfáltica y obras de drenaje. Con el desarrollo de estos trabajos se interferirá en los patrones de escurrimiento natural del terreno, adicionalmente se verán mermados los procesos de infiltración que se dan normalmente en esta superficie, debido básicamente al retiro de la cubierta vegetal (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y a la exposición del suelo durante el tiempo que se realicen las obras hasta su pavimentación. No obstante, esta disminución en la infiltración no es tangible, debido a que gran parte del agua de lluvia que caiga sobre la carpeta asfáltica, una vez modernizado (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y mejorado (del Km 3+040 al Km 7+211) el camino escurrirá y se infiltrará en sitios aledaños al trazo. Por lo que la pérdida que exista, será únicamente aquel volumen de agua que se evapore al momento de caer en la carpeta, mismo que se estima en 1,683.57 m ³ al año, volumen que se reincorpora al ciclo hidrológico.
		Contaminación de Agua	Este impacto se originara durante los procesos de preparación y construcción de la obra; ya que será necesaria la instalación de sistemas sanitarios para los trabajadores de la obra y/o en su caso por la instalación de obras provisionales (campamentos y/o comedores.

Sistema	Componente	Factor	Descripción del impacto
	Suelo	Perdida de suelo orgánico	Este impacto se presentara durante el proceso de retiro de la capa vegetal presente en el sitio (de desmonte y despalle) donde se ejecutaran los trabajos de modernización y mejoramiento. Este impacto podrá incrementarse por la presencia de agentes erosivos, es decir, lluvia, viento y/o el transito del personal y la maquinaria. en lo que refiere a la composición química del suelo, este se verá afectado debido a que incrementaran sus niveles acidificación, desbasificación y bloqueos de los oligoelementos biodisponibles; además de la perdida de Nitrógeno, Calcio, Azufre, Potasio, Fosforo, entre otros.
		Contaminación RS	Este impacto se presentara en todas las etapas del proyecto (preparación, construcción, operación y mantenimiento) el cual es producto de los desperdicios generados por la presencia de personal y/o usuarios de la carretera. Durante las primeras dos etapas se estima la producción de residuos de la construcción mismos que deberán ser manejados por la promovente para su retiro.
		Contaminación con RP suelo	Durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento se generaran RP que podrán ocasionar impacto de contaminación sobre el suelo si no son tratados de forma adecuada; los principales riesgos de contaminación están dados por la presencia de aceites, estopa, combustibles y/o grasas que procedan de los vehículos que se encuentren en operación durante estos procesos y que puedan ser derramados de manera accidental en el sitio durante los procesos de cambio de combustible y/o piezas dañadas en la maquinaria. Además, es necesario considerar la producción de estos residuos durante la etapa de operación y mantenimiento; en la primera ya sea por daños en los vehículos de los usuarios; durante el mantenimiento en las etapas de señalización ya sea por la utilización de pintura y/o solventes que puedan derramarse en el sitio de manera accidental.
	Topografía	Modificación en el relieve	Durante las etapas de preparación

Sistema	Componente	Factor	Descripción del impacto
			(desmante y despalme) y construcción se presentaran afectaciones directas sobre la Topografía, debido a los procesos de excavación y nivelación necesarios para la adecuación de la infraestructura; derivando en la inestabilidad del sitio donde se ejecuten estas actividades, sin embargo estos efectos no serán significativos debido a que el proyecto se ejecuta en zonas donde el grado de pendiente no supera el 10%.
		Degradación de paisaje	<p>Este es un impacto residual del proyecto, debido a que la zona donde se modernizara el trazo corresponde a un paisaje antropizado, surcado por caminos y con la presencia de asentamientos humanos que dan paso al desarrollo de actividades agrícolas y pecuarias, afectando los macizos forestales a través de la incorporación de especies secundarias hacia los bordes de estos.</p> <p>Adicionalmente, los trabajos de rectificación del camino (Km 0+800 al Km 1+000, del Km 1+800 al Km 2+100, del Km 2+120 al Km 2+400, del Km 2+460 al Km 2+980, del Km 7+211 al Km 7+760, del Km 7+780 al Km 8+020, del Km 8+060 al Km 8+320, del Km 8+440 al Km 8+520 y del Km 8+580 al Km 10+300) promoverán la afectación de las comunidades forestales vecinas y con ello la segregación de las comunidades de fauna, ya que se generara un efecto borde y un efecto barrera en estos puntos del proyecto; lo que promoverá el inicio de la pérdida de riqueza biológica entorno al trazo modernizado.</p>
Medio biótico	Flora	Perdida de la cobertura vegetal (Desmante y Despalme)	<p>Las actividades de modernización del proyecto (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) requieren de la afectación de 2.96 Ha de vegetación forestal y de 2.35 Ha de vegetación no forestal. En este sentido los trabajos requieren del desmante de 1,758 ejemplares arbóreos pertenecientes a 11 especies y 6 familias. De acuerdo a los datos tomados en campo, la altura promedio de los ejemplares arbóreos oscila entre 2.60 m y 7.42 m; con diámetros variables. Las actividades de desmante solo se realizaran en las</p>

Sistema	Componente	Factor	Descripción del impacto
			<p>superficies presentes entre los Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000.</p> <p>En los trabajos de mejoramiento del camino (del Km 3+040 al Km 7+211) no se requiere de la apertura de línea de ceros y por ende de la afectación por desmonte (debido a que el PM de la ANP Bala'an Ka'ax; PROHIBE el desarrollo de este tipo de actividades). Sin embargo para las actividades de desmonte, en el caso de la modernización se estima el movimiento de 2,975.40 m³ de material tipo A y B. En el caso de los trabajos de mejoramiento se estima el movimiento de 1,459.50 m³ de material A y B. Adicionalmente se cuantifico la afectación de 8 especies de arbustivas, mismas que pertenecen a 6 familias. Por otro lado en lo que respecta a especies del estrato herbáceo y epifitas tenemos durante las actividades de despalle se afectaran un total de 13 especies pertenecientes a 11 Familias (<i>Pteridium aquilinum</i>, <i>Cladium jamaicense</i>, <i>Viguiera dentata</i>, <i>Mimosa púdica</i>, <i>Hamelia patens</i>, <i>Zexmenia frutescens</i>, <i>Tillandsia elongata</i>, <i>Arrabidaea floribunda</i>, <i>Cnidioscolus souzae</i>, <i>Strophocactus testudo</i>, <i>Croton flaves</i>, <i>Opuntia sp.</i> y <i>Zamia loddigesii</i>) donde <i>Pteridium aquilinum</i> sera la especie de este estrato más afectada ya que se registró en el 37.15% de la superficie sujeta a despalle, seguida de <i>Cladium jamaicense</i> con el 23.95%, <i>Viguiera dentata</i> con el 15.41% y <i>Mimosa púdica</i> con el 13.71%, el resto de las especies presentan una cobertura menor del 3.00% de la superficie sujeta a despallarse.</p> <p>De las especies arbustivas y herbáceas sujetas a despalle se identificó que <i>Thrinax radiata</i> (A), <i>Tillandsia elongata</i> (A), <i>Zamia loddigesii</i> (A) y <i>Cedrela odorata</i> (Pr) presentan estado de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, las primeras tres están catalogadas bajo el estatus Amenazada y la cuarta bajo estatus de Protección especial.</p> <p>Aunado a lo mencionado en las líneas anteriores, tenemos que los trabajos de desmonte (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y despalle se</p>

Sistema	Componente	Factor	Descripción del impacto
			generará una pérdida de hábitat en una superficie de 8.04 Ha; de acuerdo a los registros obtenidos se identificó el impacto sobre 35 especies de vertebrados, donde destaca la presencia de roedores como uno de los grupos más afectados por el desarrollo de estas actividades.
		Aumento de efecto borde	Derivada de los procesos de modernización del camino (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000), los impactos generados sobre las comunidades vegetales incluyen el establecimiento de especies secundarias metros contiguos al borde de la obra.
		Cambios en la estructura y composición florística	Se generara una respuesta competitiva entre las especies establecidas y aquellas que se establezcan en los bordes del camino ya modernizado, impactando en la estructura de la comunidad y en su estabilidad; en este impacto se consideran los procesos de sucesión, retrogresión, composición florística inicial, inhibición y competición.
		Cambios en la dinámica de las comunidades vegetales	
	Fauna	Perdida de hábitat	La pérdida de hábitat para la fauna empezará a partir del desmonte (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y despalme de la vegetación presente en la línea de ceros del proyecto, al remover 2.96 Ha de vegetación forestal y 2.35 Ha de vegetación No forestal en el área de ampliaciones (lo que representa 0.046% del SAR). De acuerdo a los registros obtenidos durante los muestreos se identificó la presencia de especies de talla pequeña, entre ellas una gran variedad de reptiles (lagartijas y serpientes, principalmente del género Sceloporus, Tantillia, Micrurus, etc.), roedores (Peromyscus, Liomys, Reithrodontomys) y Didelphimorfos (tlacuaches); en el caso de las aves se encuentran algunas de hábitos terrestres como las tortolitas, correcaminos, palomas y mosqueros (<i>Columbina sp</i> , <i>Geococcyx sp</i> , <i>Columba sp</i> y <i>Tyrannidae sp</i> , respectivamente). La zona donde se perderá hábitat con mejor calidad se ubican entre los Km 0+800 al Km 1+000, del Km 1+800 al Km 2+100, del Km 2+120 al Km 2+400, del Km 2+460 al Km 2+980, del Km

Sistema	Componente	Factor	Descripción del impacto
			7+211 al Km 7+760, del Km 7+780 al Km 8+020, del Km 8+060 al Km 8+320, del Km 8+440 al Km 8+520 y del Km 8+580 al Km 10+300, debido a que en esta sección se identificó la presencia de varias especies, particularmente zorros, venado, lagartijas, Pecari, además del avistamiento de aves rapaces, lo que indica la gran cantidad de alimento disponible en la zona (<i>Rupornis magnirostris</i> , esta especie se alimenta principalmente de conejos, ratones y serpientes). Se debe considerar que estas porciones del trazo se encuentran inmersas en áreas conservadas, por lo que la riqueza faunística asociada a esta sección del trazo es significativa en comparación al resto del trazo.
		Efecto barrera	El efecto barrera, se produce cuando se impide la movilidad de los organismos o de sus estructuras reproductivas, lo que trae como consecuencia la limitación de su potencial para dispersión y colonización. Debido a este efecto, muchos animales que consumen los recursos que se encuentran dispersos, no pueden moverse libremente a través del terreno y dichas especies se ven limitadas en su alimentación, ya que no pueden pasar a los hábitat vecinos (Arroyave et al. 2006). Durante la apertura de este camino, en la década de 1980 se generó un efecto de fragmentación entre los macizos forestales existentes, dicha fragmentación interrumpió el flujo de las especies de manera vertical entre el extremo Oriente y Poniente (hablando propiamente del SAR), orillando a muchas especies a competir y en algunos sitios a desplazarse hacia otras regiones, lo que repercutió en la riqueza, densidad y abundancia de las comunidades. A más de 30 años de haber iniciado la operación este camino, las rutas faunísticas se han restablecido y actualmente existe un intercambio entre la diversidad de la porción Oriente y Poniente, dichas especies aprendieron a desplazarse a través de los sistemas de drenaje natural (escurrimientos y cañadas presentes en los Km 0+989, Km 1+200 y Km 11+360) y en áreas donde la terracería actual es mas angosta, con lo que

Sistema	Componente	Factor	Descripción del impacto
			<p>disminuyendo así el efecto barrera que se había generado en un principio.</p> <p>De esta forma, la modernización de esta sección del camino (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) agravará el efecto generado hace más de 30 años ya que el aumento de la superficie de rodamiento y el aumento de los niveles de velocidad incidirán en un aumento en el índice de atropellamiento, lo que provocará una reducción de las poblaciones de la fauna presentes en estos puntos del trazo y/o en los predios contiguos al mismo.</p> <p>El efecto barrera será notorio en aquellos sitios donde se genere el desmonte y despalme, esto por la pérdida de hábitat y la suplantación por infraestructura restando el flujo de las especies presentes en estas zonas; este efecto será más notorio sobre organismos de talla pequeña, como los reptiles (lagartijas y serpientes), roedores y algunas aves terrestres; debido a su lento desplazamiento, hábitos hogareños y a las características físicas del terreno. En un principio los patrones de distribución se verán modificados por la presencia de los trabajadores durante la etapa de construcción, posteriormente las rutas se restablecerán a través de los pasos inferiores para fauna y la reutilización de los corredores naturales (escurrimientos, etc.).</p>
		Modificación de corredores biológicos	<p>Este impacto se origina durante los procesos de construcción del proyecto y se restablecerá a largo plazo cuando se ejecuten las medidas de mitigación correspondientes</p>
		Riesgo de atropellamiento/mortalidad durante actividades de desmonte y/o despalme	<p>El atropellamiento de fauna es el impacto directo más fácil de reconocer en comparación con otros como el efecto borde, deterioro del ecosistema y cambios en el comportamiento de los animales. Actualmente ya existe un riesgo de atropellamiento, que se verá incrementado en un 100%, siendo el principal factor la modernización de 7.83 Km (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y el mejoramiento de 4.17 Ha (del Km 3+040 al Km 7+211).</p> <p>Los sitios que mayor impacto presentarán</p>

Sistema	Componente	Factor	Descripción del impacto
			<p>son los que se encuentran las zonas de ampliación (entre del Km 0+000 al Km 0+540, del Km 0+540 al Km 0+800, del Km 1+000 al Km 1+100, del Km 1+100 al Km 1+180, del Km 1+180 al Km 1+220, del Km 1+220 al Km 1+360, del Km 1+360 al Km 1+440, del Km 1+440 al Km 1+500, del Km 1+500 al Km 1+560, del Km 1+560 al Km 1+600, del Km 1+600 al Km 1+700, del Km 1+700 al Km 1+800, del Km 2+100 al Km 2+120, del Km 2+400 al Km 2+460, del Km 2+980 al Km 3+040, del Km 7+760 al Km 7+780, del Km 8+020 al Km 8+060, del Km 8+320 al Km 8+420, del Km 8+420 al Km 8+440, del Km 8+520 al Km 8+580, del Km 10+300 al Km 10+320, del Km 10+320 al Km 10+440, del Km 10+440 al Km 11+020, del Km 11+020 al Km 11+600, del Km 11+600 al Km 11+960 y del Km 11+960 al Km 12+000) y en las zonas de rectificaciones (Km 0+800 al Km 1+000, del Km 1+800 al Km 2+100, del Km 2+120 al Km 2+400, del Km 2+460 al Km 2+980, del Km 7+211 al Km 7+760, del Km 7+780 al Km 8+020, del Km 8+060 al Km 8+320, del Km 8+440 al Km 8+520 y del Km 8+580 al Km 10+300) ya que los terrenos contiguos al trazo (en un rango de 30 a 100 m desde el eje central) están conformados por macizos forestales de SMSP y/o SBC inundable y en estos pueden albergar la presencia de varias especie de vertebrados, que de acuerdo a los pobladores de la región, son 14 especies (mapaches, zorrillos, armadillos, gavilanes, zopilotes, ardillas, ratones, lagartijas, sapos, entre otros) las más comunes y que se pueden observar de manera habitual en el camino actual, sin embargo, en torno al derecho de vía y de acuerdo a los registros obtenidos se tiene un registro aproximado de 23 especies susceptibles al atropellamiento, siendo el grupo de los mamíferos los que más perjudicados podrían resultar debido a sus hábitos de distribución, y sus periodos de apareamiento, que los induce a moverse hacia diferentes partes del Sistema Ambiental.</p>

Sistema	Componente	Factor	Descripción del impacto
Medio Social	Socioeconómico	Seguridad e integridad de la población	El municipio de Bacalar y José María Morelos se verán favorecidos por un sistema carretero, que le sirviera de comunicación hacia la cabera municipal y a la capital del estado de Quintana Roo, por lo que la modernización beneficiara los flujos carreteros que se desplazan por las rutas cercanas. La modernización de este trazo permitirá fortalecer el uso de esta vía al mejorar sus niveles de rapidez y seguridad. Actualmente la terracería se encuentra en operación, pero es angosta y no cuenta con las especificaciones requeridas por la SCT; con la modernización (del Km 0+000 al Km 3+040 y del km 7+211 al Km 12+000) se espera alcanzar velocidades de entre 20 - 40 km/h y aumentar el TDPA a 400 veh/d.
		Aumento de infraestructura a nivel regional	
		Economía regional (Bienes y Servicios)	Esta obra es sinérgica a otras a nivel regional, debido a que en conjunto darán conectividad y agilizarán la circulación de esta región del estado, favoreciendo la conectividad de inter municipal
		Economía Local (Bienes y Servicios)	La interrelación que se consideró perceptible es benéfica y se refiere a que la economía local tendrá un beneficio, ya que impulsará el desarrollo y los pobladores dedicados al sector agropecuario podrán sacar con mayor rapidez y seguridad sus productos
		Economía Individual (Bienes y Servicios)	Se verán beneficiados durante la etapa de preparación y construcción los pobladores que decidan participar en dichos trabajos, ya que los trabajos se estiman se ejecuten en un periodo no mayor a los 24 meses; posteriormente se espera el beneficio directo para más de 1,400 pobladores, a través de la eficientización y seguridad en los recorridos.
Generación de empleos directos e indirectos			

Con el fin de determinar si el impacto tiene potencial de generar efectos residuales o efectos aditivos, se parte de las definiciones¹:

Impacto Ambiental Acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento 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.

¹ Artículo 3, Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Impacto Ambiental Residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Tabla V.4. Descripción general de los impactos ambientales en función de las interrelaciones indicador ambiental-efectos del proyecto.

Sistema	Factor	Impacto	Relevancia
Medio inerte	Aire	Impacto 1: Contaminación Auditiva	Adverso
		Impacto 2: Emisión de gases	Adverso
		Impacto 3: Emisión de partículas productos de las actividades de desmonte, despalme y construcción de la carretera	Adverso
	Agua	Impacto 4: Afectación de escurrimientos intermitentes	Adverso
		Impacto 5: Modificación de los patrones hidrológicos de la zona donde se ejecute la modernización del proyecto	Adverso Acumulativo
		Impacto 6: Modificación en la recarga del acuífero en una superficie de 8.04 Ha	Adverso Acumulativo
		Impacto 7: Contaminación de Agua	Adverso Acumulativo
	Suelo	Impacto 8: Pérdida de suelo orgánico	Adverso Acumulativo
		Impacto 9: Contaminación RS	Adverso Acumulativo
		Impacto 10: Contaminación con RP suelo	Adverso Acumulativo
	Topografía	Impacto 11: Modificación en el relieve	Adverso Acumulativo
		Impacto 12: Degradación de paisaje	Adverso Acumulativo
Medio biótico	Flora	Impacto 13: Pérdida de la cobertura vegetal (Desmonte y Despálme)	Adverso
		Impacto 14: Aumento de efecto borde	Adverso Acumulativo
		Impacto 15: Cambios en la estructura y composición florística	Adverso Acumulativo

Sistema	Factor	Impacto	Relevancia
	Fauna	Impacto 16: Cambios en la dinámica de las comunidades vegetales	Adverso Acumulativo
		Impacto 17: Pérdida de hábitat	Adverso
		Impacto 18: Efecto barrera	Adverso Acumulativo
		Impacto 19: Modificación de corredores biológicos	Adverso Acumulativo
		Impacto 20: Riesgo de atropellamiento/mortalidad durante actividades de desmonte y/o despalme	Adverso Acumulativo
Medio Social	Socioeconómico	Impacto 21: Seguridad e integridad de la población	Benéfico Acumulativo
		Impacto 22: Aumento de infraestructura a nivel regional	Benéfico Acumulativo
		Impacto 23: Economía regional (Bienes y Servicios)	Benéfico Acumulativo
		Impacto 24: Economía Local (Bienes y Servicios)	Benéfico Acumulativo
		Impacto 25: Economía Individual (Bienes y Servicios)	Benéfico Acumulativo
		Impacto 26: Generación de empleos directos e indirectos	Benéfico

De acuerdo con lo expuesto en la tabla anterior, se identificaron 26 impactos ambientales, de los cuales 20 son adversos a la calidad ambiental y 6 resultan benéficos. A partir de lo anterior, la información generada fue sometida a un proceso de evaluación multicriterio con la finalidad de jerarquizar y asignar valores cuantitativos a las relaciones proyecto-indicador ambiental, mediante los criterios cualitativos: magnitud, duración, extensión, interés, contexto, sinergia. Dado que el objetivo es establecer un valor cuantitativo o numérico al impacto, que considere los criterios establecidos, esta metodología permite relacionar valores y características cualitativas, proporcionando así la diferenciación gradual entre los diferentes impactos ambientales identificados. Lo anterior con la finalidad de que el indicador distinga la relevancia de los impactos ambientales previamente identificados. La jerarquización y el valor cuantitativo se asignan de conformidad con los conceptos.

V.1.3. Evaluación cualitativa (Matriz Causa-Efecto)

Una vez identificadas las actividades del proyecto modificado y los factores ambientales, el siguiente paso fue evaluar los impactos ambientales que se originarán. Con base en las Tablas V.4, se generó una Matriz de Interacciones, la cual considera cada una de las

actividades del proyecto y los factores ambientales, es decir una matriz de interacción Proyecto-Ambiente. La matriz de interacción nos muestra las acciones del proyecto o actividades en un eje y los factores ambientales pertinentes a lo largo del otro eje de la matriz, cuando se espera que una acción determinada provoque un cambio en un factor ambiental, éste se marca con un número uno (1) la casilla en donde se identificó la interacción entre las acciones y los factores, así, permite identificar los factores que por sus características serán afectados y requieren de la aplicación de alguna medida de mitigación para contrarrestar su impacto, además se identifican las actividades que no tendrán efecto sobre el medio abiótico, biótico y socioeconómico, destacando incluso aquellas que tendrán impactos benéficos.

Tabla V.5. Matriz Causa – Efecto

Factor/actividad	Liberación del derecho de vía necesario para la ampliación.	Presencia de personal	Desmante	Despalme	Cortes y Nivelaciones	Adaptación y colocación de obras menores	Construcción del cuerpo de terraplén	Actividades en la planta de asfalto	Construcción de carpeta asfáltica	Mejoramiento de la sección presente entre el Km 3+040 al Km 7+211	Movimiento de maquinaria y personal en la zona	Operación de la carretera y Mantenimiento
Impacto 1: Contaminación Auditiva	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
Impacto 2: Emisión de gases	-	-	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
Impacto 3: Emisión de partículas productos de las actividades de desmante, despalme y construcción de la carretera	-	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	-
Impacto 4: Afectación de escurrimientos intermitentes	-	-	-	Δ	Δ	Δ	Δ	-	Δ	Δ	Δ	Δ
Impacto 5: Modificación de los patrones hidrológicos de la zona donde se ejecute la modernización del proyecto	-	-	-	-	Δ	-	Δ	-	-	-	-	-
Impacto 6: Modificación en la recarga del acuífero en una superficie de 8.04 Ha	-	-	-	-	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
Impacto 7: Contaminación de Agua	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
Impacto 8: Perdida de suelo orgánico	-	-	Δ	Δ	Δ	-	-	-	-	-	-	-
Impacto 9: Contaminación RS	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
Impacto 10: Contaminación con RP suelo	-	-	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
Impacto 11: Modificación en el relieve	-	-	-	-	Δ	-	Δ	-	Δ	Δ	-	-
Impacto 12: Degradación de	-	-	Δ	Δ	Δ	-	Δ	Δ	-	-	-	-

Factor/actividad	Liberación del derecho de vía necesario para la ampliación.	Presencia de personal	Desmonte	Despalme	Cortes y Nivelaciones	Adaptación y colocación de obras menores	Construcción del cuerpo de terraplén	Actividades en la planta de asfalto	Construcción de carpeta asfáltica	Mejoramiento de la sección presente entre el Km 3+040 al Km 7+211	Movimiento de maquinaria y personal en la zona	Operación de la carretera y Mantenimiento
paisaje												
Impacto 13: Pérdida de la cobertura vegetal (Desmonte y Despalme)	-	-	Δ	Δ	Δ	-	-	-	-	-	-	-
Impacto 14: Aumento de efecto borde	-	-	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	-	-	-	-	-
Impacto 15: Cambios en la estructura y composición florística	-	-	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
Impacto 16: Cambios en la dinámica de las comunidades vegetales	-	-	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
Impacto 17: Pérdida de hábitat	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
Impacto 18: Efecto barrera	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
Impacto 19: Modificación de corredores biológicos	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
Impacto 20: Riesgo de atropellamiento/mortalidad durante actividades de desmonte y/o despalme	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
Impacto 21: Seguridad e integridad de la población	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
Impacto 22: Aumento de infraestructura a nivel regional	-	-	-	-	-	-	-	-	Δ	Δ	Δ	Δ
Impacto 23: Economía regional (Bienes y Servicios)	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
Impacto 24: Economía Local (Bienes y Servicios)	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
Impacto 25: Economía Individual (Bienes y Servicios)	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
Impacto 26: Generación de empleos directos e indirectos	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ

Los resultados de la matriz causa-efecto, que incluyó 12 actividades del proyecto correspondientes a 3 etapas (preparación del sitio, operación y abandono del sitio), así como 20 impactos ambientales al componente físico natural y 6 al componente social (población y actividades), arrojaron lo siguiente:

1. La sumatoria de las filas de la matriz indicó las incidencias del proyecto sobre cada subfactor ambiental y social y por lo tanto, su fragilidad por la ejecución de las actividades de preparación del sitio, construcción y operación/mantenimiento, por otro lado la sumatoria de las columnas por etapa del proyecto dio una valoración del efecto que cada acción producirá en el medio.
2. De acuerdo a esto se tiene que de 236 posibles interacciones para el desarrollo del proyecto durante todas sus etapas y que potencialmente puede llegar a ocasionar un impacto, 221 se definieron como "OCURRENCIA DIRECTA" siendo el 73.03% NEGATIVAS AL MEDIO y 26.97% POSITIVAS cada una con diferente escala de magnitud.

V.2. Evaluación

V.2.1. Caracterización de los impactos ambientales y sociales

Una vez obtenidos los impactos a través de la matriz causa-efecto para cada impacto de manera particular por cada actividad y etapa del proyecto, que es referente a cada una de las etapas del proyecto, se procedió a realizar la caracterización de los impactos, empleando la metodología diseñada por Conesa Fernández-Vitora (1996), para posteriormente realizar la evaluación de la magnitud de los impactos. La metodología Conesa, utiliza ciertos criterios que nos permiten evaluar el grado de los impactos producidos, agrupándolos en una fórmula que nos dará como resultado la importancia del impacto. La importancia del impacto puede entenderse como la herramienta que puede medir cualitativamente el impacto ambiental, en función, tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cualitativo, tales como: extensión, efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad. A continuación vamos a describir el significado de los mencionados criterios que conforman la importancia del impacto (I), de una matriz de valoración cualitativa o matriz de importancia.

Tabla V.6. Criterios que serán utilizados para la valoración cualitativa de los impactos.

Termino	Clave	Descripción	Valor
Intensidad (Grado de destrucción)	I	Éste término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. El índice de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que el 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y el 1 una afección mínima. Los valores comprendidos entre esos dos términos reflejarán situaciones intermedias.	Baja : 1
			Media : 2
			Alta : 4
			Muy Alta: 8
			Total 12
Extensión (Área de influencia)	EX	Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% de área, respecto al	Puntual : 1

Termino	Clave	Descripción	Valor
		entorno, en que se manifiesta el efecto). Si la acción produce un efecto muy localizado, se considera que el impacto tiene un carácter puntual (1) . Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación, como impacto parcial (2) y extenso (4). En el caso de que el efecto sea puntual pero se produzca en un lugar crítico, se le atribuirá un valor de cuatro unidades por encima del que le correspondería en función del porcentaje de extensión en que se manifiesta y, en el caso de considerar que es peligroso y sin posibilidad de introducir medidas correctoras, habrá que buscar inmediatamente otra alternativa al proyecto, anulando la causa que nos produce este efecto	Parcial : 2 Extenso : 4 Total : 8 Crítica : (+4)
Momento (Plazo de Manifestación)	MO	El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción (to) y el comienzo del efecto (tj) sobre el factor del medio considerado. Así pues, cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será Inmediato, y si es inferior a un año, corto plazo, asignándole en ambos casos un valor de (4). Si es un período de tiempo que va de 1 a 5 años, medio plazo (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de cinco años, largo plazo, con valor asignado de (1). Si concudiese alguna circunstancia que hiciese crítico el momento del impacto, cabría atribuirle un valor de una o cuatro unidades por encima de las especificadas.	Largo Plazo : 1 Medio Plazo : 2 Inmediato : 4 Crítico : (+4)
Persistencia (Permanencia del Efecto)	PE	Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas	Fugaz : 1 Temporal : 2

Termino	Clave	Descripción	Valor
		correctoras. Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de un año, consideramos que la acción produce un efecto fugaz, asignándole un valor de (1). Si dura entre 1 y 10 años, temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, consideramos el efecto como permanente asignándole un valor de (4). La persistencia, es independiente de la reversibilidad.	Permanente: 4
Reversibilidad (Posibilidad de Reconstrucción)	RV	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que esta deja de actuar sobre el medio. Si es a corto plazo, se le asigna un valor (1), si es a medio plazo (2) y si el efecto es irreversible le asignamos el valor (4). Los intervalos de tiempo que comprende estos periodos, son los mismos asignados al parámetro anterior.	Corto Plazo : 1
			Medio Plazo : 2
			Irreversible : 4
Recuperabilidad (Reconstrucción por medios humanos)	MC	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras). Si el efecto es totalmente recuperable, se le asigna un valor (1) o (2) según lo sea de manera inmediata o a medio plazo, si lo es parcialmente, el efecto es mitigable, y toma un valor (4). Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana, le asignamos el valor (8). En el caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será (4).	Recuperable de manera inmediata : 1
			Recuperable a medio plazo : 2
			Mitigable : 4
			Irrecuperable : 8
Sinergia (Regularidad de la	SI	Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples,	Sin sinergismo (simple) : 1

Termino	Clave	Descripción	Valor
Manifestación)		provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea. Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4). Cuando se presenten casos de debilitamiento, la valoración del efecto presentará valores de signo negativo, reduciendo al final el valor de la Importancia del Impacto.	Sinérgico : 2
			Muy Sinérgico: 4
Acumulación (Incremento Progresivo)	AC	Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a (4).	Simple : 1
			Acumulativo : 4
Efecto (Relación Causa-Efecto)	EF	Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de esta. En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. Este término toma el valor de 1 en el caso de que el efecto sea secundario y el valor 4 cuando sea directo.	Indirecto (secundario) : 1
			Directo : 4
Periodicidad (Regularidad de	Pr	La periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del	Irregular o periódico y discontinuo : 1

Termino	Clave	Descripción	Valor
la Manifestación)		efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor de (4), a los periódicos (2) y a los de aparición irregular, que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia, y a los discontinuos (1).	Periódico : 2 Continuo : 4
Importancia del Impacto		La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce, en función del valor asignado a los criterios considerados. La importancia del impacto es calculada de acuerdo a la siguiente fórmula: $I = \pm [3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$	

Una vez caracterizados y valorados los impactos, los resultados de esta evaluación puede arrojar la importancia del impacto identificado, esta toma valores desde <25 y >75, clasificados como se indica a continuación:

Tabla V.7. Valoración de los Impactos.

Rango	Tipo de Impacto
≤ 25	Irrelevante
25 - 50	Moderado
50 - 75	Severo
≥ 75	Critico

Así mismo, una vez evaluada la importancia se procedió a evaluar la magnitud de cada impacto. Ver a continuación apartado.

Tabla V.8. Valoración de Impactos Ambientales.

Factor	Subfactor	I	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	Total
Liberación del derecho de vía necesario para la ampliación del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 y 12+000												
Aire	Impacto 1: Contaminación Auditiva	1	4	2	4	1	2	1	4	1	2	28
	Impacto 2: Emisión de gases	1	1	2	4	1	2	1	4	1	2	22

Factor	Subfactor	I	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	Total
	Impacto 3: Emisión de partículas productos de las actividades de desmonte, despalme y construcción de la carretera	1	4	2	4	1	2	1	4	1	2	28
Agua	Impacto 4: Afectación de escurrimientos intermitentes	1	4	2	4	1	2	1	1	1	2	25
	Impacto 5: Modificación de los patrones hidrológicos de la zona donde se ejecute la modernización del proyecto	1	4	2	4	1	2	1	1	1	2	25
	Impacto 6: Modificación en la recarga del acuífero en una superficie de 8.04	1	4	2	4	1	2	1	4	4	2	31
	Impacto 7: Contaminación de Agua	1	2	2	4	1	2	1	4	1	1	23
Suelo	Impacto 8: Perdida de suelo orgánico	2	2	2	4	1	2	1	4	4	1	29
	Impacto 9: Contaminación RS	2	2	2	4	1	2	1	1	1	1	23
	Impacto 10: Contaminación con RP suelo	2	2	2	4	1	2	1	1	1	1	23
Topografía	Impacto 11: Modificación en el relieve	2	2	2	4	1	2	1	1	4	4	29
	Impacto 12: Degradación de paisaje	2	2	2	4	1	2	2	1	1	2	25
Flora	Impacto 13: Perdida de la cobertura vegetal (Desmonte y Despalle)	4	8	2	4	1	2	2	4	1	1	45
	Impacto 14: Aumento de efecto borde	4	4	2	4	1	2	1	4	1	1	36
	Impacto 15: Cambios en la estructura y composición florística	4	2	2	4	1	2	1	4	1	1	32
	Impacto 16: Cambios en la dinámica de las comunidades vegetales	4	4	2	4	1	2	1	4	1	1	36
Fauna	Impacto 17: Perdida de hábitat	2	4	2	4	1	2	1	4	1	1	30
	Impacto 18: Efecto barrera	2	8	2	4	1	2	1	4	1	1	38
	Impacto 19: Modificación de corredores biológicos	2	8	2	4	1	2	1	4	1	1	38

Factor	Subfactor	I	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	Total
	Impacto 20: Riesgo de atropellamiento/mortalidad durante actividades de desmote y/o despalme	2	4	2	4	1	2	1	4	1	1	30
Socioeconómico	Impacto 21: Seguridad e integridad de la población	1	1	2	4	1	2	1	1	1	1	18
	Impacto 22: Aumento de infraestructura a nivel regional	1	1	2	4	1	2	1	1	1	1	18
	Impacto 23: Economía regional (Bienes y Servicios)	1	1	2	4	1	2	1	1	1	1	18
	Impacto 24: Economía Local (Bienes y Servicios)	1	1	2	4	1	2	1	1	1	1	18
	Impacto 25: Economía Individual (Bienes y Servicios)	2	1	2	1	1	2	1	1	1	1	18
	Impacto 26: Generación de empleos directos e indirectos	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	16
Presencia de personal												
Aire	Impacto 1: Contaminación Auditiva	2	1	1	2	1	1	1	1	2	2	19
	Impacto 2: Emisión de gases	2	1	1	2	1	1	1	1	2	2	19
	Impacto 3: Emisión de partículas productos de las actividades de desmote, despilme y construcción de la carretera	2	1	1	2	1	2	1	1	2	2	20
Agua	Impacto 4: Afectación de escurrimientos intermitentes	2	1	1	1	1	2	1	1	2	2	19
	Impacto 5: Modificación de los patrones hidrológicos de la zona donde se ejecute la modernización del proyecto	2	1	1	1	1	2	1	1	1	2	18
	Impacto 6: Modificación en la recarga del acuífero en una superficie de 8.04 Ha	1	1	1	1	1	4	1	1	1	2	17
	Impacto 7: Contaminación de Agua	4	2	1	2	2	2	2	2	1	1	29
Suelo	Impacto 8: Pérdida de suelo orgánico	4	1	1	4	4	2	1	1	1	1	29
	Impacto 9: Contaminación RS	8	4	1	2	2	2	2	2	1	1	45
	Impacto 10: Contaminación con RP suelo	8	4	1	2	2	2	2	2	1	1	45

Factor	Subfactor	I	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	Total
Topografía	Impacto 11: Modificación en el relieve	2	1	1	1	1	1	1	1	1	4	19
	Impacto 12: Degradación de paisaje	4	1	1	1	1	1	1	1	1	2	23
Flora	Impacto 13: Pérdida de la cobertura vegetal	8	1	1	4	1	1	1	1	1	1	37
	Impacto 14: Aumento de efecto borde	2	1	1	4	1	1	1	1	1	1	19
	Impacto 15: Cambios en la estructura y composición florística	2	1	1	4	1	1	1	1	1	1	19
	Impacto 16: Cambios en la dinámica de las comunidades vegetales	2	1	1	4	1	1	1	1	1	1	19
Fauna	Impacto 17: Pérdida de hábitat	8	1	1	4	1	1	1	1	1	1	37
	Impacto 18: Efecto barrera	4	1	1	4	1	1	1	1	1	1	25
	Impacto 19: Modificación de corredores biológicos	2	1	1	4	1	1	1	1	1	1	19
	Impacto 20: Riesgo de atropellamiento/mortalidad durante actividades de desmonte y/o despilme	8	1	1	4	1	1	1	1	1	1	37
Socioeconómico	Impacto 21: Seguridad e integridad de la población	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	16
	Impacto 22: Aumento de infraestructura a nivel regional	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	16
	Impacto 23: Economía regional (Bienes y Servicios)	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	16
	Impacto 24: Economía Local (Bienes y Servicios)	8	2	1	4	1	1	2	1	1	1	40
	Impacto 25: Economía Individual (Bienes y Servicios)	8	2	1	4	1	1	2	1	1	1	40
	Impacto 26: Generación de empleos directos e indirectos	12	2	1	4	1	1	2	1	1	1	52
Desmonte del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 y 12+000												
Aire	Impacto 1: Contaminación Auditiva	8	4	4	4	4	4	1	1	4	4	58
	Impacto 2: Emisión de gases	8	4	4	4	4	4	2	1	1	4	56

Factor	Subfactor	I	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	Total
	Impacto 3: Emisión de partículas productos de las actividades de desmonte, despalme y construcción de la carretera	8	4	4	4	4	4	2	4	1	2	57
	Impacto 4: Afectación de escurrimientos intermitentes	8	4	4	4	4	4	2	1	1	1	53
Agua	Impacto 5: Modificación de los patrones hidrológicos de la zona donde se ejecute la modernización del proyecto	8	4	4	4	4	8	4	4	4	4	68
	Impacto 6: Modificación en la recarga del acuífero en una superficie de 8.04	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	52
	Impacto 7: Contaminación de Agua	4	4	4	4	4	8	4	4	4	4	56
Suelo	Impacto 8: Perdida de suelo orgánico	4	8	4	4	4	4	4	1	4	4	57
	Impacto 9: Contaminación RS	4	8	4	4	4	8	4	4	4	4	64
	Impacto 10: Contaminación con RP suelo	12	8	4	4	4	8	4	4	4	4	88
Topografía	Impacto 11: Modificación en el relieve	12	8	4	4	4	4	4	4	4	4	84
	Impacto 12: Degradación de paisaje	12	12	4	4	4	8	4	4	4	4	96
Flora	Impacto 13: Perdida de la cobertura vegetal	8	12	4	4	4	4	4	4	4	4	80
	Impacto 14: Aumento de efecto borde	12	12	4	4	4	8	4	4	4	4	96
	Impacto 15: Cambios en la estructura y composición florística	12	12	4	4	4	4	4	4	4	1	89
	Impacto 16: Cambios en la dinámica de las comunidades vegetales	12	12	4	4	4	4	4	4	4	1	89
Fauna	Impacto 17: Perdida de hábitat	12	12	4	4	4	4	4	4	1	4	89
	Impacto 18: Efecto barrera	12	12	4	4	4	4	4	4	1	4	89
	Impacto 19: Modificación de corredores biológicos	12	12	4	4	4	4	4	4	4	4	92

Factor	Subfactor	I	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	Total
	Impacto 20: Riesgo de atropellamiento/mortalidad durante actividades de desmote y/o despalme	12	12	4	4	4	4	4	4	4	4	92
Socioeconómico	Impacto 21: Seguridad e integridad de la población	8	2	4	4	4	4	4	4	4	4	60
	Impacto 22: Aumento de infraestructura a nivel regional	1	2	1	4	1	1	1	1	1	1	18
	Impacto 23: Economía regional (Bienes y Servicios)	1	2	1	4	1	1	1	1	1	1	18
	Impacto 24: Economía Local (Bienes y Servicios)	4	4	1	4	1	1	2	1	1	1	32
	Impacto 25: Economía Individual (Bienes y Servicios)	8	8	1	4	1	1	2	1	1	1	52
	Impacto 26: Generación de empleos directos e indirectos	12	4	1	4	1	1	2	1	1	1	56
Despalme												
Aire	Impacto 1: Contaminación Auditiva	8	4	4	4	4	4	2	1	4	4	59
	Impacto 2: Emisión de gases	8	4	4	4	4	4	2	1	1	4	56
	Impacto 3: Emisión de partículas productos de las actividades de desmote, despalme y construcción de la carretera	8	4	4	4	4	4	4	4	1	1	58
Agua	Impacto 4: Afectación de escurrimientos intermitentes	8	4	4	4	4	4	2	4	1	1	56
	Impacto 5: Modificación de los patrones hidrológicos de la zona donde se ejecute la modernización del proyecto	8	4	4	4	4	8	4	4	4	4	68
	Impacto 6: Modificación en la recarga del acuífero en una superficie de 8.04	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	52
	Impacto 7: Contaminación de Agua	4	4	4	4	4	8	4	4	4	4	56
Suelo	Impacto 8: Perdida de suelo orgánico	4	8	4	4	4	4	4	4	4	4	60
	Impacto 9: Contaminación RS	4	8	4	4	4	8	4	4	4	4	64
	Impacto 10: Contaminación con RP suelo	12	8	4	4	4	4	4	4	4	4	84

Factor	Subfactor	I	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	Total
Topografía	Impacto 11: Modificación en el relieve	12	8	4	4	4	4	4	4	4	4	84
	Impacto 12: Degradación de paisaje	12	12	4	4	4	4	4	4	1	1	86
Flora	Impacto 13: Pérdida de la cobertura vegetal	8	12	4	4	4	4	4	4	4	1	77
	Impacto 14: Aumento de efecto borde	12	12	4	4	4	4	4	4	4	1	89
	Impacto 15: Cambios en la estructura y composición florística	12	12	4	4	4	4	4	4	1	4	89
	Impacto 16: Cambios en la dinámica de las comunidades vegetales	12	12	4	4	4	4	4	4	1	4	89
Fauna	Impacto 17: Pérdida de hábitat	12	12	4	4	4	8	4	4	4	4	96
	Impacto 18: Efecto barrera	12	12	4	4	4	4	4	4	4	4	92
	Impacto 19: Modificación de corredores biológicos	12	12	4	4	4	4	4	4	4	4	92
	Impacto 20: Riesgo de atropellamiento/mortalidad durante actividades de desmonte y/o despilme	12	12	4	4	4	4	4	4	1	1	86
Socioeconómico	Impacto 21: Seguridad e integridad de la población	8	2	4	4	4	8	4	4	4	2	62
	Impacto 22: Aumento de infraestructura a nivel regional	1	2	4	4	4	4	4	4	4	4	39
	Impacto 23: Economía regional (Bienes y Servicios)	1	2	4	4	4	8	4	4	4	2	41
	Impacto 24: Economía Local (Bienes y Servicios)	4	4	4	4	4	2	1	4	4	4	47
	Impacto 25: Economía Individual (Bienes y Servicios)	8	8	2	4	4	2	1	4	4	4	65
	Impacto 26: Generación de empleos directos e indirectos	12	4	2	4	4	2	1	4	4	4	69
Cortes y nivelaciones del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 y 12+000												
Aire	Impacto 1: Contaminación Auditiva	8	4	2	4	1	4	2	4	1	2	52
	Impacto 2: Emisión de gases	8	4	2	4	1	2	2	4	1	1	49

Factor	Subfactor	I	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	Total
	Impacto 3: Emisión de partículas productos de las actividades de desmonte, despalme y construcción de la carretera	8	4	4	4	4	8	2	4	4	4	66
	Impacto 4: Afectación de escurrimientos intermitentes	8	4	4	4	4	8	2	4	4	4	66
Agua	Impacto 5: Modificación de los patrones hidrológicos de la zona donde se ejecute la modernización del proyecto	8	4	4	4	4	8	2	4	4	4	66
	Impacto 6: Modificación en la recarga del acuífero en una superficie de 8.04	4	4	4	4	4	8	4	4	4	4	56
	Impacto 7: Contaminación de Agua	4	4	4	4	4	8	4	4	4	4	56
Suelo	Impacto 8: Perdida de suelo orgánico	4	8	4	4	2	2	1	1	4	4	50
	Impacto 9: Contaminación RS	4	8	4	4	4	2	1	1	1	4	49
	Impacto 10: Contaminación con RP suelo	12	8	4	4	1	4	2	4	1	1	73
Topografía	Impacto 11: Modificación en el relieve	12	8	4	4	4	2	1	4	1	1	73
	Impacto 12: Degradación de paisaje	12	12	4	4	4	8	1	4	4	4	93
Flora	Impacto 13: Perdida de la cobertura vegetal	8	12	4	4	2	8	2	4	4	4	80
	Impacto 14: Aumento de efecto borde	12	12	4	4	2	8	2	4	4	4	92
	Impacto 15: Cambios en la estructura y composición florística	12	12	4	4	4	8	1	4	4	4	93
	Impacto 16: Cambios en la dinámica de las comunidades vegetales	12	12	4	4	4	8	4	4	4	4	96
Fauna	Impacto 17: Perdida de hábitat	12	12	4	4	4	8	2	4	4	4	94
	Impacto 18: Efecto barrera	12	12	4	4	4	8	2	4	4	4	94
	Impacto 19: Modificación de corredores biológicos	12	12	4	4	4	8	2	4	1	4	91

Factor	Subfactor	I	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	Total
	Impacto 20: Riesgo de atropellamiento/mortalidad durante actividades de desmote y/o despalme	12	12	4	4	4	8	2	4	1	4	91
Socioeconómico	Impacto 21: Seguridad e integridad de la población	8	2	2	2	4	2	1	4	4	4	51
	Impacto 22: Aumento de infraestructura a nivel regional	1	2	2	2	4	2	1	4	4	4	30
	Impacto 23: Economía regional (Bienes y Servicios)	1	2	2	2	4	2	1	4	4	4	30
	Impacto 24: Economía Local (Bienes y Servicios)	4	4	2	2	1	2	2	4	4	4	41
	Impacto 25: Economía Individual (Bienes y Servicios)	8	8	2	2	1	2	2	4	4	4	61
	Impacto 26: Generación de empleos directos e indirectos	12	4	2	2	1	2	2	4	4	4	65
Adaptación y colocación de obras menores												
Aire	Impacto 1: Contaminación Auditiva	4	1	4	4	4	4	2	1	4	4	41
	Impacto 2: Emisión de gases	12	4	4	4	4	4	2	1	1	4	68
	Impacto 3: Emisión de partículas productos de las actividades de desmote, despalme y construcción de la carretera	4	1	4	4	4	4	4	4	1	2	41
Agua	Impacto 4: Afectación de escurrimientos intermitentes	8	1	4	4	4	4	2	4	1	1	50
	Impacto 5: Modificación de los patrones hidrológicos de la zona donde se ejecute la modernización del proyecto	4	2	4	4	4	8	4	4	4	2	50
	Impacto 6: Modificación en la recarga del acuífero en una superficie de 8.04	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	43
	Impacto 7: Contaminación de Agua	2	4	4	4	4	8	4	4	4	2	48
Suelo	Impacto 8: Perdida de suelo orgánico	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	50
	Impacto 9: Contaminación RS	8	1	4	4	4	4	2	4	1	1	50
	Impacto 10: Contaminación con RP suelo	8	2	4	4	4	8	4	4	4	2	62

Factor	Subfactor	I	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	Total
Topografía	Impacto 11: Modificación en el relieve	12	4	4	4	4	8	4	4	4	4	80
	Impacto 12: Degradación de paisaje	12	8	4	4	4	4	4	4	4	4	84
Flora	Impacto 13: Pérdida de la cobertura vegetal	12	8	4	4	4	4	4	4	4	4	84
	Impacto 14: Aumento de efecto borde	12	8	4	4	4	4	4	4	1	4	81
	Impacto 15: Cambios en la estructura y composición florística	12	8	4	4	4	4	4	4	1	4	81
	Impacto 16: Cambios en la dinámica de las comunidades vegetales	4	1	4	4	4	2	1	4	4	4	41
Fauna	Impacto 17: Pérdida de hábitat	2	1	2	4	4	2	1	4	4	4	33
	Impacto 18: Efecto barrera	2	1	2	4	4	2	1	4	4	4	33
	Impacto 19: Modificación de corredores biológicos	2	2	4	4	4	8	4	4	4	2	44
	Impacto 20: Riesgo de atropellamiento/mortalidad durante actividades de desmonte y/o despilme	12	4	4	4	4	8	4	4	4	4	80
Socioeconómico	Impacto 21: Seguridad e integridad de la población	12	8	4	4	4	4	4	4	4	4	84
	Impacto 22: Aumento de infraestructura a nivel regional	1	1	2	1	1	1	1	1	4	1	17
	Impacto 23: Economía regional (Bienes y Servicios)	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	14
	Impacto 24: Economía Local (Bienes y Servicios)	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	14
	Impacto 25: Economía Individual (Bienes y Servicios)	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	14
	Impacto 26: Generación de empleos directos e indirectos	1	1	2	1	1	2	1	1	4	1	18
Construcción del cuerpo de terraplén del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 y 12+000												
Aire	Impacto 1: Contaminación Auditiva	4	2	4	4	4	4	2	1	4	4	43
	Impacto 2: Emisión de gases	4	2	4	4	4	4	2	1	1	4	40

Factor	Subfactor	I	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	Total
	Impacto 3: Emisión de partículas productos de las actividades de desmonte, despalme y construcción de la carretera	12	4	4	4	4	4	4	4	1	2	71
	Impacto 4: Afectación de escurrimientos intermitentes	8	2	4	4	4	4	2	4	1	1	52
Agua	Impacto 5: Modificación de los patrones hidrológicos de la zona donde se ejecute la modernización del proyecto	12	4	4	4	4	8	4	4	4	4	80
	Impacto 6: Modificación en la recarga del acuífero en una superficie de 8.04	12	4	4	4	4	4	4	4	4	4	76
	Impacto 7: Contaminación de Agua	12	4	8	4	4	8	4	4	4	4	84
Suelo	Impacto 8: Perdida de suelo orgánico	12	4	8	4	4	8	4	4	4	4	84
	Impacto 9: Contaminación RS	12	4	8	4	4	8	4	4	4	4	84
	Impacto 10: Contaminación con RP suelo	12	4	8	4	4	8	4	4	4	1	81
Topografía	Impacto 11: Modificación en el relieve	12	4	8	4	4	8	4	4	4	1	81
	Impacto 12: Degradación de paisaje	12	4	8	4	4	8	4	4	1	4	81
Flora	Impacto 13: Perdida de la cobertura vegetal	12	4	8	4	4	8	4	4	1	4	81
	Impacto 14: Aumento de efecto borde	12	1	8	4	4	8	1	4	4	4	75
	Impacto 15: Cambios en la estructura y composición florística	12	1	8	4	4	8	1	4	4	4	75
	Impacto 16: Cambios en la dinámica de las comunidades vegetales	12	4	8	4	4	8	4	4	4	4	84
Fauna	Impacto 17: Perdida de hábitat	12	4	8	4	4	4	4	4	4	4	80
	Impacto 18: Efecto barrera	12	4	8	4	4	8	4	4	4	4	84
	Impacto 19: Modificación de corredores biológicos	12	4	8	4	4	4	4	4	4	4	80

Factor	Subfactor	I	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	Total
	Impacto 20: Riesgo de atropellamiento/mortalidad durante actividades de desmote y/o despalme	12	4	8	4	4	8	4	4	4	4	84
Socioeconómico	Impacto 21: Seguridad e integridad de la población	12	4	8	4	4	4	4	4	4	4	80
	Impacto 22: Aumento de infraestructura a nivel regional	1	4	8	4	4	4	4	4	1	4	44
	Impacto 23: Economía regional (Bienes y Servicios)	8	2	2	4	4	4	4	1	1	4	52
	Impacto 24: Economía Local (Bienes y Servicios)	8	1	4	4	1	2	1	4	4	4	50
	Impacto 25: Economía Individual (Bienes y Servicios)	8	1	8	4	1	2	2	4	4	4	55
	Impacto 26: Generación de empleos directos e indirectos	8	1	4	4	1	2	2	4	4	4	51
Actividades en la planta de asfalto												
Aire	Impacto 1: Contaminación Auditiva	4	8	2	1	2	4	2	1	4	4	48
	Impacto 2: Emisión de gases	12	2	1	1	2	4	2	1	1	4	56
	Impacto 3: Emisión de partículas productos de las actividades de desmote, despalme y construcción de la carretera	2	4	1	4	4	4	2	4	1	2	36
Agua	Impacto 4: Afectación de escurrimientos intermitentes	1	4	1	4	4	1	4	1	1	1	28
	Impacto 5: Modificación de los patrones hidrológicos de la zona donde se ejecute la modernización del proyecto	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	32
	Impacto 6: Modificación en la recarga del acuífero en una superficie de 8.04	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	34
	Impacto 7: Contaminación de Agua	1	1	1	4	4	8	4	4	4	4	38
Suelo	Impacto 8: Perdida de suelo orgánico	1	1	1	4	2	4	4	1	4	4	29
	Impacto 9: Contaminación RS	1	4	1	4	4	8	4	4	4	4	44
	Impacto 10: Contaminación con RP suelo	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	34

Factor	Subfactor	I	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	Total
Topografía	Impacto 11: Modificación en el relieve	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	34
	Impacto 12: Degradación de paisaje	1	4	1	4	4	4	4	4	1	4	37
Flora	Impacto 13: Pérdida de la cobertura vegetal	1	4	2	4	4	4	2	1	1	1	30
	Impacto 14: Aumento de efecto borde	1	2	1	4	4	8	2	4	4	2	36
	Impacto 15: Cambios en la estructura y composición florística	1	2	1	4	4	4	2	4	4	4	34
	Impacto 16: Cambios en la dinámica de las comunidades vegetales	1	2	1	4	4	8	4	4	4	4	40
Fauna	Impacto 17: Pérdida de hábitat	1	2	1	4	2	4	2	1	4	4	29
	Impacto 18: Efecto barrera	1	4	2	4	4	8	4	4	4	4	45
	Impacto 19: Modificación de corredores biológicos	1	2	1	4	4	4	2	4	4	4	34
	Impacto 20: Riesgo de atropellamiento/mortalidad durante actividades de desmonte y/o despilme	1	2	1	4	4	4	4	4	4	4	36
Socioeconómico	Impacto 21: Seguridad e integridad de la población	1	2	1	4	4	4	4	4	1	4	33
	Impacto 22: Aumento de infraestructura a nivel regional	1	2	1	4	4	4	4	1	1	4	30
	Impacto 23: Economía regional (Bienes y Servicios)	1	1	1	4	4	2	2	4	4	4	30
	Impacto 24: Economía Local (Bienes y Servicios)	1	1	1	4	4	2	2	4	4	4	30
	Impacto 25: Economía Individual (Bienes y Servicios)	1	1	1	4	4	2	2	4	4	4	30
	Impacto 26: Generación de empleos directos e indirectos	1	2	1	4	4	4	4	1	1	4	30
Construcción de carpeta asfáltica del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 y 12+000												
Aire	Impacto 1: Contaminación Auditiva	4	4	4	4	4	8	4	4	4	4	56
	Impacto 2: Emisión de gases	8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	64

Factor	Subfactor	I	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	Total
	Impacto 3: Emisión de partículas productos de las actividades de desmonte, despalme y construcción de la carretera	4	2	4	4	4	4	2	1	4	4	43
Agua	Impacto 4: Afectación de escurrimientos intermitentes	8	2	4	4	4	4	2	1	1	4	52
	Impacto 5: Modificación de los patrones hidrológicos de la zona donde se ejecute la modernización del proyecto	12	4	4	4	4	4	4	4	1	2	71
	Impacto 6: Modificación en la recarga del acuífero en una superficie de 8.04	8	2	4	4	4	4	2	4	1	1	52
	Impacto 7: Contaminación de Agua	8	4	4	4	4	8	4	4	4	4	68
Suelo	Impacto 8: Perdida de suelo orgánico	12	4	4	4	4	4	4	4	4	4	76
	Impacto 9: Contaminación RS	12	4	4	4	4	4	4	4	4	4	76
	Impacto 10: Contaminación con RP suelo	12	4	4	4	4	4	4	4	4	4	76
Topografía	Impacto 11: Modificación en el relieve	8	1	4	4	2	2	4	1	4	4	51
	Impacto 12: Degradación de paisaje	4	1	4	4	4	2	4	1	1	4	38
Flora	Impacto 13: Perdida de la cobertura vegetal	1	2	4	4	1	4	4	4	1	1	30
	Impacto 14: Aumento de efecto borde	8	1	4	4	4	2	4	4	1	1	50
	Impacto 15: Cambios en la estructura y composición florística	8	4	4	4	4	8	4	4	4	4	68
	Impacto 16: Cambios en la dinámica de las comunidades vegetales	2	4	4	4	2	8	4	4	4	4	48
Fauna	Impacto 17: Perdida de hábitat	1	4	4	4	2	8	4	4	4	4	45
	Impacto 18: Efecto barrera	1	4	4	4	4	8	4	4	4	4	47
	Impacto 19: Modificación de corredores biológicos	8	4	4	4	4	8	4	4	4	4	68

Factor	Subfactor	I	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	Total
	Impacto 20: Riesgo de atropellamiento/mortalidad durante actividades de desmonte y/o despalme	12	4	4	4	4	8	4	4	4	4	80
Socioeconómico	Impacto 21: Seguridad e integridad de la población	12	4	4	4	4	8	2	4	4	4	78
	Impacto 22: Aumento de infraestructura a nivel regional	12	2	4	4	4	8	2	4	1	4	71
	Impacto 23: Economía regional (Bienes y Servicios)	12	2	4	4	4	8	2	4	1	4	71
	Impacto 24: Economía Local (Bienes y Servicios)	12	1	2	2	4	2	1	4	4	4	61
	Impacto 25: Economía Individual (Bienes y Servicios)	12	1	2	2	4	2	1	4	4	4	61
	Impacto 26: Generación de empleos directos e indirectos	12	1	2	2	4	2	1	4	4	4	61
Movimiento de maquinaria y personal en la zona												
Aire	Impacto 1: Contaminación Auditiva	4	1	4	4	4	4	1	1	4	4	40
	Impacto 2: Emisión de gases	4	2	1	4	4	4	2	1	1	4	37
	Impacto 3: Emisión de partículas productos de las actividades de desmonte, despalme y construcción de la carretera	12	4	2	4	4	4	2	4	1	2	67
Agua	Impacto 4: Afectación de escurrimientos intermitentes	4	2	2	4	4	4	2	4	1	1	38
	Impacto 5: Modificación de los patrones hidrológicos de la zona donde se ejecute la modernización del proyecto	8	8	4	4	4	8	4	4	4	4	76
	Impacto 6: Modificación en la recarga del acuífero en una superficie de 8.04	8	8	4	4	4	8	4	4	4	4	76
	Impacto 7: Contaminación de Agua	12	8	4	4	4	8	4	4	4	4	88
Suelo	Impacto 8: Perdida de suelo orgánico	8	8	4	4	4	8	4	4	4	4	76
	Impacto 9: Contaminación RS	8	8	4	4	4	8	4	4	4	4	76
	Impacto 10: Contaminación con RP suelo	8	8	4	4	4	8	4	4	4	4	76

Factor	Subfactor	I	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	Total
Topografía	Impacto 11: Modificación en el relieve	12	4	4	4	4	8	4	4	4	4	80
	Impacto 12: Degradación de paisaje	8	8	4	4	4	8	4	4	1	4	73
Flora	Impacto 13: Pérdida de la cobertura vegetal	8	8	4	4	4	4	4	4	1	4	69
	Impacto 14: Aumento de efecto borde	4	1	2	4	4	4	1	4	4	4	41
	Impacto 15: Cambios en la estructura y composición florística	4	1	2	4	4	4	1	4	4	4	41
	Impacto 16: Cambios en la dinámica de las comunidades vegetales	4	1	2	4	4	4	1	4	4	4	41
Fauna	Impacto 17: Pérdida de hábitat	12	4	4	4	4	4	4	4	4	4	76
	Impacto 18: Efecto barrera	8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	64
	Impacto 19: Modificación de corredores biológicos	8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	64
	Impacto 20: Riesgo de atropellamiento/mortalidad durante actividades de desmonte y/o despilme	12	4	4	4	4	4	4	4	4	1	73
Socioeconómico	Impacto 21: Seguridad e integridad de la población	12	4	4	4	4	4	4	4	4	1	73
	Impacto 22: Aumento de infraestructura a nivel regional	12	4	4	4	4	4	4	4	1	4	73
	Impacto 23: Economía regional (Bienes y Servicios)	12	4	4	4	4	4	4	4	1	4	73
	Impacto 24: Economía Local (Bienes y Servicios)	1	1	4	4	4	2	1	4	4	4	32
	Impacto 25: Economía Individual (Bienes y Servicios)	1	1	2	4	4	2	1	4	4	4	30
	Impacto 26: Generación de empleos directos e indirectos	1	1	2	4	4	2	1	4	4	4	30
Actividades de adecuación de la sección presente en el Km 3+040 al Km 7+211												
Aire	Impacto 1: Contaminación Auditiva	4	4	2	4	4	4	2	1	4	4	45
	Impacto 2: Emisión de gases	2	4	2	4	4	4	2	1	1	4	36

Factor	Subfactor	I	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	Total
	Impacto 3: Emisión de partículas productos de las actividades de desmonte, despalme y construcción de la carretera	8	4	1	4	4	4	2	4	1	2	54
Agua	Impacto 4: Afectación de escurrimientos intermitentes	4	4	2	4	4	1	4	1	1	1	38
	Impacto 5: Modificación de los patrones hidrológicos de la zona donde se ejecute la modernización del proyecto	8	1	4	4	4	8	2	4	4	4	60
	Impacto 6: Modificación en la recarga del acuífero en una superficie de 8.04	2	1	4	4	4	4	2	4	4	4	38
	Impacto 7: Contaminación de Agua	8	1	4	4	4	8	4	4	4	4	62
Suelo	Impacto 8: Perdida de suelo orgánico	2	2	4	4	2	4	4	1	4	4	37
	Impacto 9: Contaminación RS	4	4	4	4	4	8	4	4	4	4	56
	Impacto 10: Contaminación con RP suelo	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	42
Topografía	Impacto 11: Modificación en el relieve	8	2	4	4	4	4	4	4	4	4	60
	Impacto 12: Degradación de paisaje	8	2	4	4	4	4	2	4	1	4	55
Flora	Impacto 13: Perdida de la cobertura vegetal	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	34
	Impacto 14: Aumento de efecto borde	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	34
	Impacto 15: Cambios en la estructura y composición florística	1	4	1	4	4	4	4	4	1	4	37
	Impacto 16: Cambios en la dinámica de las comunidades vegetales	1	2	1	4	4	4	4	1	1	4	30
Fauna	Impacto 17: Perdida de hábitat	12	8	4	4	4	4	1	4	4	4	81
	Impacto 18: Efecto barrera	8	4	4	4	4	4	4	4	1	4	61
	Impacto 19: Modificación de corredores biológicos	8	4	4	4	4	4	4	4	1	2	59

Factor	Subfactor	I	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	Total
	Impacto 20: Riesgo de atropellamiento/mortalidad durante actividades de desmote y/o despalme	12	8	4	4	4	4	1	4	4	4	81
Socioeconómico	Impacto 21: Seguridad e integridad de la población	12	2	4	4	4	2	1	4	4	4	67
	Impacto 22: Aumento de infraestructura a nivel regional	12	2	4	4	4	2	1	4	4	4	67
	Impacto 23: Economía regional (Bienes y Servicios)	12	2	4	4	4	2	1	4	4	4	67
	Impacto 24: Economía Local (Bienes y Servicios)	8	8	4	4	4	2	1	4	4	4	67
	Impacto 25: Economía Individual (Bienes y Servicios)	8	8	4	4	4	2	1	4	4	4	67
	Impacto 26: Generación de empleos directos e indirectos	8	8	4	4	4	2	1	4	4	4	67
Operación de la carretera y Mantenimiento												
Aire	Impacto 1: Contaminación Auditiva	4	4	2	4	4	4	2	1	4	4	45
	Impacto 2: Emisión de gases	2	4	2	4	4	4	2	1	1	4	36
	Impacto 3: Emisión de partículas productos de las actividades de desmote, despalme y construcción de la carretera	8	4	1	4	4	4	2	4	1	2	54
Agua	Impacto 4: Afectación de escurrimientos intermitentes	4	4	2	4	4	1	4	1	1	1	38
	Impacto 5: Modificación de los patrones hidrológicos de la zona donde se ejecute la modernización del proyecto	8	1	4	4	4	8	2	4	4	4	60
	Impacto 6: Modificación en la recarga del acuífero en una superficie de 8.04	2	1	4	4	4	4	2	4	4	4	38
	Impacto 7: Contaminación de Agua	8	1	4	4	4	8	4	4	4	4	62
Suelo	Impacto 8: Perdida de suelo orgánico	2	2	4	4	2	4	4	1	4	4	37
	Impacto 9: Contaminación RS	4	4	4	4	4	8	4	4	4	4	56
	Impacto 10: Contaminación con RP suelo	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	42

Factor	Subfactor	I	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	Total
Topografía	Impacto 11: Modificación en el relieve	8	2	4	4	4	4	4	4	4	4	60
	Impacto 12: Degradación de paisaje	8	2	4	4	4	4	2	4	1	4	55
Flora	Impacto 13: Pérdida de la cobertura vegetal	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	34
	Impacto 14: Aumento de efecto borde	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	34
	Impacto 15: Cambios en la estructura y composición florística	1	4	1	4	4	4	4	4	1	4	37
	Impacto 16: Cambios en la dinámica de las comunidades vegetales	1	2	1	4	4	4	4	4	1	4	33
Fauna	Impacto 17: Pérdida de hábitat	12	12	8	4	4	4	4	4	4	4	96
	Impacto 18: Efecto barrera	8	12	8	4	4	4	4	4	1	4	81
	Impacto 19: Modificación de corredores biológicos	8	12	8	4	4	4	4	4	1	2	79
	Impacto 20: Riesgo de atropellamiento/mortalidad durante actividades de desmonte y/o despalme	12	12	8	4	4	4	4	4	4	4	96
Socioeconómico	Impacto 21: Seguridad e integridad de la población	12	2	4	4	4	2	1	4	4	4	67
	Impacto 22: Aumento de infraestructura a nivel regional	12	2	4	4	4	2	1	4	4	4	67
	Impacto 23: Economía regional (Bienes y Servicios)	12	2	4	4	4	2	1	4	4	4	67
	Impacto 24: Economía Local (Bienes y Servicios)	8	8	4	4	4	2	1	4	4	4	67
	Impacto 25: Economía Individual (Bienes y Servicios)	8	8	4	4	4	2	1	4	4	4	67
	Impacto 26: Generación de empleos directos e indirectos	8	8	4	4	4	2	1	4	4	4	67

V.3. Resultados de la evaluación de los impactos

V.3.1 Resultados de la importancia y magnitud de los impactos

La evaluación de impactos puede realizarse en una secuencia lógica de investigaciones (indicadores ambientales) de los diferentes sectores involucrados: medio físico, biológico, ecológico, estético y socio económico, procurando seguir la relación causa-efecto de los impactos que previamente ya se han identificado, así como, de aquellos que afectan de manera indirecta a otros elementos tanto naturales como sociales. En base a esta identificación (matriz causa-efecto) se realizó la evaluación de los impactos para finalmente obtener los impactos significativos de acuerdo a la importancia y magnitud de los mismos (matriz de importancia), por lo que, se presenta en el siguiente apartado los resultados de la evaluación para el proyecto. La importancia del impacto toma valores entre 7 y 100, y presenta valores intermedios (entre 40 y 60) cuando se da algunas de las siguientes circunstancias:

- a) Intensidad total, y afección mínima de los restantes símbolos.
- b) Intensidad muy alta o alta, y afección alta o muy alta de los restantes símbolos.
- c) Intensidad alta, efecto irrecuperable y afección muy alta de alguno de los restantes símbolos.
- d) Intensidad media o baja, efecto irrecuperable y afección muy alta de al menos dos de los restantes símbolos.
- e) Los impactos con valores de importancia inferiores a 25 son irrelevantes, es decir compatibles. Los impactos moderados presentan una importancia entre 25 y 50. Serán severos cuando la importancia se encuentre entre 50 y 75 y críticos cuando el valor sea mayor a 75.

Tabla V.9. Tabla resumen de los factores ambientales afectados.

Impacto	Ponderación	Tipo de Impacto
Impacto 1: Contaminación Auditiva	44.74	Moderado
Impacto 2: Emisión de gases	42.53	Moderado
Impacto 3: Emisión de partículas productos de las actividades de desmonte, despalme y construcción de la carretera	51.07	Severo
Impacto 4: Afectación de escurrimientos intermitentes	41.48	Moderado
Impacto 5: Modificación de los patrones hidrológicos de la zona donde se ejecute la modernización del proyecto	57.66	Severo
Impacto 6: Modificación en la recarga del acuífero en una superficie de 8.04	46.67	Moderado
Impacto 7: Contaminación de Agua	56.90	Severo
Impacto 8: Pérdida de suelo orgánico	47.74	Moderado
Impacto 9: Contaminación RS	57.46	Severo

Impacto	Ponderación	Tipo de Impacto
Impacto 10: Contaminación con RP suelo	55.43	Severo
Impacto 11: Modificación en el relieve	60.90	Severo
Impacto 12: Degradación de paisaje	59.88	Severo
Impacto 13: Pérdida de la cobertura vegetal	49.99	Moderado
Impacto 14: Aumento de efecto borde	50.01	Severo
Impacto 15: Cambios en la estructura y composición florística	51.72	Severo
Impacto 16: Cambios en la dinámica de las comunidades vegetales	47.76	Moderado
Impacto 17: Pérdida de hábitat	73.79	Severo
Impacto 18: Efecto barrera	67.68	Severo
Impacto 19: Modificación de corredores biológicos	67.56	Severo
Impacto 20: Riesgo de atropellamiento/mortalidad durante actividades de desmonte y/o despalle	78.71	Critico
Impacto 21: Seguridad e integridad de la población	60.57	Severo
Impacto 22: Aumento de infraestructura a nivel regional	49.00	Moderado
Impacto 23: Economía regional (Bienes y Servicios)	49.48	Moderado
Impacto 24: Economía Local (Bienes y Servicios)	49.00	Moderado
Impacto 25: Economía Individual (Bienes y Servicios)	52.42	Severo
Impacto 26: Generación de empleos directos e indirectos	53.60	Severo

Como resultado del análisis de las tablas anteriores, se determinó la afectación directa sobre el medio Natural (flora y fauna) ya que la modernización (a través de la ampliación y rectificación del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) de este camino promoverán el retiro de la cubierta vegetal existente (arbórea y arbustiva distribuida de manera aleatoria dentro de una superficie de 2.96 Ha en un trayecto de 7.83 Km (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000), promoviendo la dispersión de las especies de fauna que habitaban el sitio. Estos impactos generan efectos sobre las comunidades de fauna debido a que se incrementaría la capacidad de carga producto del flujo de especies, aumentando la competencia inter/intra específica. Por otro lado, las actividades de construcción reducirá la capacidad de infiltración, la pérdida de la cobertura vegetal (especies secundarias) y como consecuencia la pérdida de suelo orgánico; debido a que se deberán remover más de 4,434.90 m³ de estos materiales. Durante la etapa de operación y mantenimiento se identificó las afectaciones sobre el suelo de manera indirecta; así como emisiones y generación de ruido; lo que promovería, sin la ejecución

de MM adecuadas, la acumulación de residuos, riesgos de atropellamiento para la fauna silvestre y contaminación de agua. Sin embargo por otro lado esta carretera promoverá un rápido acceso a la comunidad de Monte Olivo, así como el transporte de bienes y servicios elevando la calidad de vida de los pobladores de la región beneficiando directamente a más de 1,600 personas en 14 localidades.

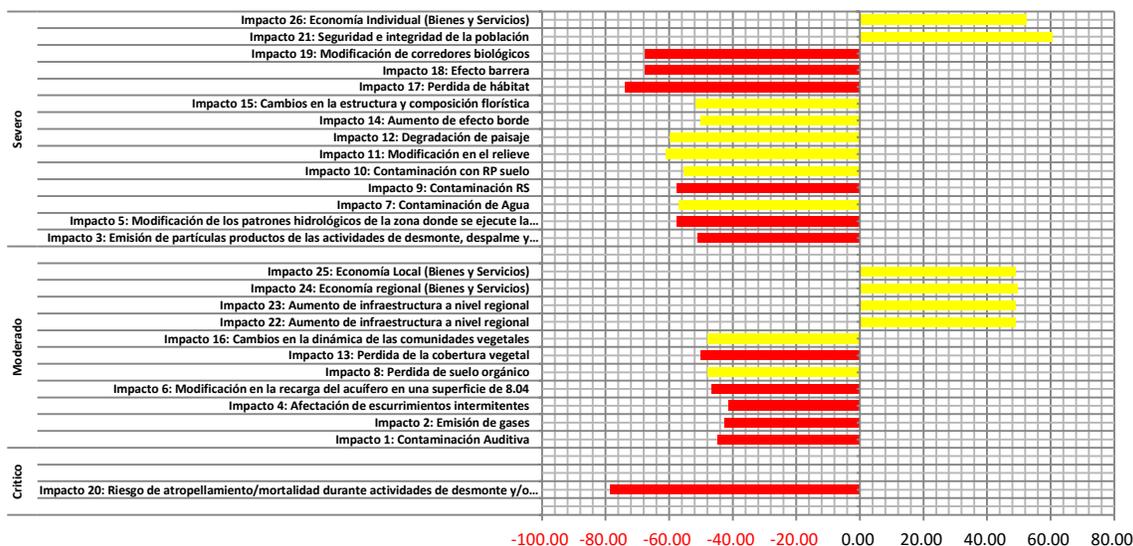


Figura V.1. Ponderación y tipo de Impacto de acuerdo a la evaluación propuesta por Conesa Fernández-Vitora (1996). En amarillo se indican los impactos residuales derivados de la ejecución del proyecto.

De acuerdo a la figura anterior, tenemos que 20 impactos son negativos, siete son considerados moderados, 12 son considerados como Severos, y uno mas como Crítico. En lo que respecta a los impactos positivos se identificaron un total de 6, de estos 2 son moderados y tres son catalogados como es Severos.

V.4. Identificación de impactos acumulativos y sinérgicos del SAR con el proyecto (los residuales del SAR se presentan en Capítulo VI).

Los impactos acumulativos comprenden impactos de los proyectos y condiciones existentes dentro del Sistema Ambiental. El área donde se presenta el trazo del proyecto incluye los emplazamientos el desarrollo de actividades primarias y las instalaciones relacionadas; instalaciones asociadas que no son financiadas como parte del proyecto pero cuya existencia depende exclusivamente del mismo y cuyos bienes y servicios son esenciales para el proyecto, áreas potencialmente afectadas por impactos acumulativos, y áreas potencialmente impactadas por el desarrollo no planificado pero predecible, causado por proyectos que podrían ocurrir en un momento posterior o en lugar diferente.

En este apartado, los proyectos principales considerados en el desarrollo de impactos acumulativos son principalmente el desarrollo de la infraestructura suburbana y el impacto que de esta deriva, tal es el caso de reducción en la infiltración, contaminación de suelo, aire, pérdida de diversidad biológica entre otras. De acuerdo a la cronología de eventos presentes en el sistema ambiental, estos no son sincrónicos, en este caso tenemos el incremento en el cambio de uso de suelo que ha venido ocurriendo desde finales de la década de 1980, sin embargo durante los últimos años el crecimiento poblacional se ha incrementado hasta un 7.1%; por lo que la demanda de viviendas y áreas de cultivo desplazo las áreas forestales dando paso a las zonas de cultivo (región Norte del SAR, particularmente en la localidad de Venustiano Carranza). En concordancia con lo anterior se identificaron un total de 42 interacciones agrupadas en 14 impactos catalogados como acumulativos y sinérgicos (de acuerdo a la evaluación) y divididos de acuerdo a la etapa de ocurrencia. Como resultado tenemos que el 30.90% de estos impactos identificados ocurrirán durante la etapa de preparación del sitio, 34.98% durante la etapa de construcción y el 34.12% restante durante la etapa de operación del proyecto.

Identificados los impactos por cada una de sus etapas, tenemos que durante la preparación del sitio, el impacto que mayor valor obtuvo fue el efecto borde que deriva de la apertura de nuevas áreas para la modernización de esta carretera (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000), seguida de la degradación del paisaje y el cambio en la estructura y composición florística de los sitios impactos por el desmonte. En lo que refiere a los trabajos de construcción, la contaminación del agua, el potencial de contaminación con RP, así como la modificación al relieve, la pérdida del suelo orgánico y la degradación del paisaje son de los principales impactos que ocurrirán durante esta etapa. Por último, durante la etapa de operación es donde se percibe la ocurrencia de impactos positivos, que en conjunto suman el 52.75% de esta modalidad. El resto está conformado por impactos sobre contaminación por residuos sólidos, contaminación de agua, entre otros.

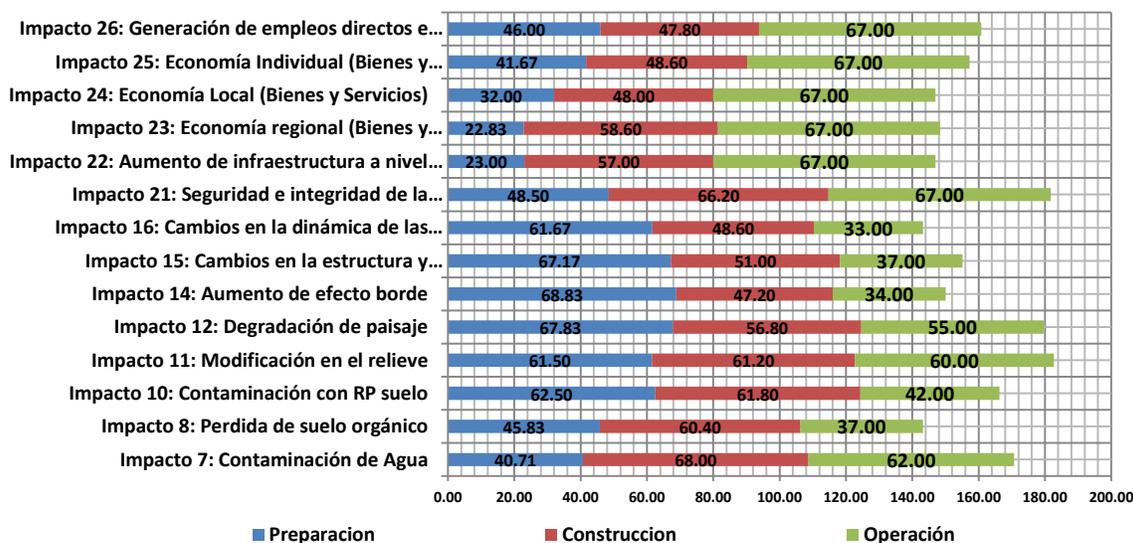


Figura V.2. Impactos acumulativos y sinérgicos del proyecto de acuerdo representados de manera porcentual y asociados a la etapa de ocurrencia.

CAPÍTULO VI

ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

“Para que los impactos ambientales de un proyecto sean valorados, deben, en primer lugar, ser identificados y medidos. Esto generalmente está lejos de ser una tarea fácil. Los impactos ambientales están a menudo desplazados en el tiempo y el espacio, haciendo difícil establecer la causa y el efecto. La severidad de los impactos ambientales a menudo depende de la acumulación de problemas (en el tiempo, en un lugar o ambos). Muchos bienes y servicios ambientales no ingresan a los mercados, o lo hacen de manera imperfecta. Las dificultades que esto causa para la valoración están agravadas por la limitación empírica de que los datos disponibles son frecuentemente escasos y de mala calidad”.

En seguimiento a los impactos descritos y evaluados el Capítulo V, se determinó la necesidad de diseñar y aplicar medidas de prevención, compensación y mitigación, de acuerdo a las siguientes prioridades:

- Evitar la generación de materiales volátiles durante las actividades de preparación del sitio y construcción.
- Evitar la contaminación del suelo durante las actividades de preparación del sitio; construcción, operación y mantenimiento.
- Evitar la contaminación de agua durante las actividades de preparación del sitio; construcción, operación y mantenimiento.
- Reducir la generación de ruido producto de las actividades de preparación del sitio, construcción y operación.
- Reducir el efecto borde de las especies de flora presentes en los predios contiguos al área de desplante del proyecto
- Reducir el impacto sobre la fauna silvestre, desde las actividades de preparación y construcción, hasta la operación del proyecto.
- Promover la dispersión de las comunidades faunísticas, así como la generación de hábitats y la recarga del acuífero a través del programa de reforestación

Además, para impactos que ocurren durante la construcción, será importante establecer y aplicar acciones para reducir o controlar el impacto ambiental.

VI.1. Descripción de las medidas de prevención y mitigación

El proyecto consiste en ampliación, adecuación y construcción de un camino “**Tipo C**” a partir de una terracería del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+00; adicionalmente, se requiere del mejoramiento de la sección presente del Km 3+040 al Km 7+211; en esta última solo se realizarán trabajos de despalle, limpieza del sitio, adecuación de obras de drenaje y colocación de carpeta asfáltica, por lo que no existirá ampliaciones (liberación de D.V.), ni desmonte, todos los trabajos se sobre esta sección (4.17 Km) se realizarán sobre el eje actual del camino. Debemos enfatizar que este camino ha venido operando desde hace más de 30 años y provee de servicio a más 1,600

personas y 14 pequeñas localidades que se distribuyen entorno al proyecto (utilizan esta vía para llegar a la carretera 293 y poder dirigirse a la cabecera municipal de Bacalar o a la capital del estado de Quintana Roo). De acuerdo a la información proporcionada por la promotora, el proyecto contempla:

- 1) La modernización de una terracería actual a un camino "Tipo C", sin embargo, el proyecto incursiona dentro de la Subzona de Preservación de la ANP "APFyF Bala'an Ka'ax" por lo que los trabajos de modernización solo se realizarán a lo largo de 7.83 Km (Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000), la sección donde no se proyecta dicha modernización (ampliación y rectificación de curvas) contempla la ejecución de trabajos de mejoramiento del camino actual, esto de acuerdo a lo establecido en el PM de la ANP "APFyF Bala'an Ka'ax".
- 2) Las actividades de modernización a lo largo de 7.83 Km, del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000 requerirán:
 - a. La afectación de 2.96 ha de vegetación forestal, de estas 1.785 Ha a través de la liberación del DV; los trabajos se realizarán entre los Km 0+800 al Km 1+000, del Km 1+800 al Km 2+100, del Km 2+120 al Km 2+400, del Km 2+460 al Km 2+980, del Km 7+211 al Km 7+760, del Km 7+780 al Km 8+020, del Km 8+060 al Km 8+320, del Km 8+440 al Km 8+520 y del Km 8+580 al Km 10+300 y corresponden a las zonas de rectificación. La zona de ampliación del eje actual corresponde a los Km 0+000 al Km 0+540, del Km 0+540 al Km 0+800, del Km 1+000 al Km 1+100, del Km 1+100 al Km 1+180, del Km 1+180 al Km 1+220, del Km 1+220 al Km 1+360, del Km 1+360 al Km 1+440, del Km 1+440 al Km 1+500, del Km 1+500 al Km 1+560, del Km 1+560 al Km 1+600, del Km 1+600 al Km 1+700, del Km 1+700 al Km 1+800, del Km 2+100 al Km 2+120, del Km 2+400 al Km 2+460, del Km 2+980 al Km 3+040, del Km 7+760 al Km 7+780, del Km 8+020 al Km 8+060, del Km 8+320 al Km 8+420, del Km 8+420 al Km 8+440, del Km 8+520 al Km 8+580, del Km 10+300 al Km 10+320, del Km 10+320 al Km 10+440, del Km 10+440 al Km 11+020, del Km 11+020 al Km 11+600, del Km 11+600 al Km 11+960 y del Km 11+960 al Km 12+000 y en ellos se desmontará una superficie de 1.176 Ha.
 - b. Para el desarrollo de las actividades de modernización (ampliaciones y rectificaciones del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al 12+000) será necesario desmontar un total de 1,758 ejemplares arbóreos pertenecientes a 11 especies y 6 familias. De acuerdo a los datos tomados en campo, la altura promedio de los ejemplares arbóreos oscila entre 2.60 m y 7.42 m; con diámetros variables. Del total de las especies sujetas a desmonte que serán afectadas, se identificó que *Thrinax radiata* y *Cedrela odorata* presentan estado de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, la primera está catalogada bajo el estatus Amenazada (14 ejemplares afectados) y la segunda bajo estatus de Protección especial (345 ejemplares afectados).
 - c. La instalación de 24 obras de drenaje menor (estas se ubican en el Km 0+121, en el Km 0+321, así como en el Km 0+605, en el Km 1+135, en el Km 1+262, en el Km 1+925, en el Km 2+170, en el Km 2+425, en el Km 2+675, en el Km 2+925, en el Km 7+530, en el Km 7+670, en el Km 7+970, en el Km 8+585, en el Km 8+835, en el Km 9+085, en el Km 9+335, en el

- Km 9+805, en el Km 10+230, en el Km 10+645, en el Km 10+765, en el Km 11+005, en el Km 11+362 y en el Km 11+601). Estas obras solo corresponden a la sección donde se ejecutara la modernización del camino (Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al 12+000).
- d. Formación de terraplén y tendido de carpeta asfáltica.
- 3) Para los trabajos de mejoramiento del camino (Km 3+040 y del Km 7+211 al 12+000) no se requiere de la liberación de DV, tampoco se ejecutaran actividades de desmonte, sin embargo los trabajos requerirán:
- La limpieza del eje actual (a través de las actividades de despalme), en el punto 4 se detallan los trabajos.
 - Compactación y nivelación del eje actual.
 - Instalación de 15 obras de drenaje que se ubicaran en el Km 3+325, en el Km 3+570, en el Km 3+825, en el Km 4+075, en el Km 4+325, en el Km 4+575, en el Km 4+825, en el Km 5+075, en el Km 5+325, en el Km 5+575, en el Km 5+825, en el Km 6+075, en el Km 6+325, en el Km 6+575, en el Km 6+995; mismas que funcionaran como pasos de fauna.
 - Pavimentación de 4.17 Km, esto con la finalidad de que los trabajos de mejoramiento perduren y los costos de mantenimiento no se eleven.
 - Instalación de señalamientos alusivos a la presencia de fauna silvestre.

Las actividades comunes que se ejecutaran para los trabajos de modernización y mejoramiento de la terracería actual se describen en el siguiente punto:

- 4) Las actividades de despalme se realizaran a lo largo de los 12.00 Km, y dichas actividades corresponden a:
- Se limpiara el DV después de haber sido realizado el desmonte, en las zonas de ampliación del eje actual que corresponden a los Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al 12+000), así mismo en lo que corresponde a la sección del Km 3+040 al Km 7+211 sera necesaria la limpieza del camino actual, debido a que la vegetación secundaria presente en las inmediaciones del camino se ha establecido reduciendo el ancho de la terracería. Derivado de lo anterior se cuantifico la afectación de 8 especies de porte arbustivo, mismo que pertenecen a 6 familias. Por otro lado en lo que respecta a especies del estrato herbáceo y epifitas tenemos que se afectaran un total de 13 especies pertenecientes a 11 Familias (*Pteridium aquilinum*, *Cladium jamaicense*, *Viguiera dentata*, *Mimosa púdica*, *Hamelia patens*, *Zexmenia frutescens*, *Tillandsia elongata*, *Arrabidaea floribunda*, *Cnidioscolus souzae*, *Strophocactus testudo*, *Croton flaves*, *Opuntia sp.* y *Zamia loddigesii*) donde *Pteridium aquilinum* sera la especie de este estrato más afectada ya que se registró en el 37.15% de la superficie sujeta a despalme, seguida de *Cladium jamaicense* con el 23.95%, *Viguiera dentata* con el 15.41% y *Mimosa púdica* con el 13.71%, el resto de las especies presentan una cobertura menor del 3.00% de la superficie sujeta a despalmarse.
 - Posterior al retiro de la vegetación herbácea y arbustiva en la sección que se proyecta la modernización del eje actual (ampliaciones y rectificaciones del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al 12+000) se producirá un

volumen total de 2,975.4 m³ de materiales tipo A y tipo. En la sección que corresponde al mejoramiento del camino (del Km 3+040 al Km 7+211) se producirá un volumen de 1,459.50 m³ de material. El material producido durante las actividades de despalme sera utilizado en la conformación de los terraplenes de la sección de modernización (ampliaciones y rectificaciones del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al 12+000), en caso de que exista un sobrante, el material sera dirigido a los sitios donde se proyecte las actividades restauración ambiental.

- 5) Los trabajos de mantenimiento del proyecto estarán a cargo de la promotora y estos incluyen actividades de limpieza, desazolve de obras de drenaje, señalamiento y seguimiento de las Medidas de Mitigación (MM) propuestas en el presente Capítulo.

Como se indicó, las MM que se proponen en este capítulo se desprenden del análisis de los impactos ambientales identificados en el Capítulo V de este documento; y están dirigidas a moderar, atenuar, minimizar, o disminuir los impactos generados por el proyecto sobre los factores ambientales y socioeconómicos predominantes en la región. De acuerdo con la legislación ambiental, las medidas de prevención y mitigación son el conjunto de disposiciones y acciones anticipadas que tienen por objeto evitar o reducir los impactos ambientales que pudieran ocurrir en cualquier etapa de desarrollo de una obra o actividad. Asimismo, incluye la aplicación de cualquier política, estrategia, obra o acción tendiente a eliminar o minimizar los impactos adversos que pueden presentarse durante las diversas etapas de un proyecto (diseño, construcción, operación y mantenimiento). Para tal efecto, se propone la implementación de 8 estrategias¹ que permitirán la prevención, reducción, corrección y compensación de las afectaciones originadas por el proyecto, de estas, 5 son medidas de prevención, 2 son medidas de mitigación y 1 medida de difusión que evitara el daño sobre los factores bióticos y abióticos del sitio. En la siguiente Tabla se presentan las medidas de mitigación aplicables al desarrollo del proyecto, para cada uno de los impactos identificados.

Tabla VI.1. Relación de las medidas de acuerdo al tipo de factor ambiental que resultara afectado por los procesos de construcción del proyecto.

Impacto	Tipo de Impacto	Medida de Prevención, Compensación y/o Mitigación
Impacto 1: Contaminación Auditiva	Moderado	Medida de prevención 1: Programa de Gestión y Supervisión Ambiental.
Impacto 2: Emisión de gases	Moderado	

¹ La importancia de las medidas está dada por diferentes aspectos. Las medidas de mitigación están orientadas en reducir el impacto potencial de acuerdo a la implementación de estrategias específicas; las medidas preventivas adquieren gran relevancia porque su correcta ejecución evitará que ocurran ciertos impactos. En este sentido, las medidas de prevención son prioritarias. Las medidas de compensación serán aquellas que cuando no existen alternativas para su prevención o mitigación deberá aplicar una compensación por daños ambientales.

Impacto	Tipo de Impacto	Medida de Prevención, Compensación y/o Mitigación
Impacto 3: Emisión de partículas productos de las actividades de desmonte, despalme y construcción de la carretera	Severo	<p>Medida de Prevención 2: Estadía en el sitio del proyecto; incluye directrices de operación para el personal así como subprograma de mantenimiento para la reducción de emisiones a la atmosfera, emisión de polvos y control de los niveles de ruidos.</p> <p>Medida de prevención 3: Lineamientos para los procesos de Desmonte y despalme.</p>
Impacto 4: Afectación de escurrimientos intermitentes	Moderado	<p>Medida de prevención 1: Programa de Gestión y Supervisión Ambiental.</p> <p>Medida de Prevención 2: Estadía en el sitio del proyecto; incluye directrices de operación para el personal así como subprograma de mantenimiento para la reducción de emisiones a la atmosfera, emisión de polvos y control de los niveles de ruidos.</p> <p>Medida de Prevención 4: Programa de supervisión y manejo de Residuos Sólidos Urbanos y Residuos Peligrosos</p>
Impacto 5: Modificación de los patrones hidrológicos de la zona donde se ejecute la modernización del proyecto	Severo	Impacto residual
Impacto 6: Modificación en la recarga del acuífero en una superficie de 8.04	Moderado	Medida de Compensación 1: Restauración ambiental
Impacto 7: Contaminación de Agua	Severo	<p>Medida de prevención 1: Programa de Gestión y Supervisión Ambiental.</p> <p>Medida de Prevención 2: Estadía en el sitio del proyecto; incluye directrices de operación para el personal así como subprograma de mantenimiento para la reducción de emisiones a la atmosfera, emisión de polvos y control de los niveles de ruidos.</p> <p>Medida de Prevención 4: Programa de supervisión y manejo de Residuos Sólidos Urbanos y Residuos Peligrosos</p>

Impacto	Tipo de Impacto	Medida de Prevención, Compensación y/o Mitigación
Impacto 8: Pérdida de suelo orgánico	Moderado	Impacto residual
Impacto 9: Contaminación RS	Severo	Medida de prevención 1: Programa de Gestión y Supervisión Ambiental.
Impacto 10: Contaminación con RP suelo	Severo	Medida de Prevención 2: Estadía en el sitio del proyecto; incluye directrices de operación para el personal así como subprograma de mantenimiento para la reducción de emisiones a la atmósfera, emisión de polvos y control de los niveles de ruidos. Medida de Prevención 4: Programa de supervisión y manejo de Residuos Sólidos Urbanos y Residuos Peligrosos
Impacto 11: Modificación en el relieve	Severo	Impacto residual
Impacto 12: Degradación de paisaje	Severo	Impacto residual
Impacto 13: Pérdida de la cobertura vegetal	Moderado	Medida de prevención 1: Programa de Gestión y Supervisión Ambiental. Medida de Prevención 2: Estadía en el sitio del proyecto; incluye directrices de operación para el personal así como subprograma de mantenimiento para la reducción de emisiones a la atmósfera, emisión de polvos y control de los niveles de ruidos. Medida de prevención 3: Lineamientos para los procesos de Desmonte y despalle. Medida de Prevención 4: Programa de supervisión y manejo de Residuos Sólidos Urbanos y Residuos Peligrosos. Medida de Compensación 1: Restauración ambiental Medida de Mitigación 1: Programa de recolección de germoplasma
Impacto 14: Aumento de efecto borde	Severo	Impacto residual

Impacto	Tipo de Impacto	Medida de Prevención, Compensación y/o Mitigación
Impacto 15: Cambios en la estructura y composición florística	Severo	Impacto residual
Impacto 16: Cambios en la dinámica de las comunidades vegetales	Moderado	Impacto residual
Impacto 17: Pérdida de hábitat	Severo	<p>Medida de prevención 1: Programa de Gestión y Supervisión Ambiental</p> <p>Medida de Prevención 2: Estadía en el sitio del proyecto; incluye directrices de operación para el personal así como subprograma de mantenimiento para la reducción de emisiones a la atmósfera, emisión de polvos y control de los niveles de ruidos.</p> <p>Medida de Prevención 4: Programa de supervisión y manejo de Residuos Sólidos Urbanos y Residuos Peligrosos.</p> <p>Medida de Prevención 5: Adecuación de obras de drenaje como pasos de Fauna.</p> <p>Medida de Mitigación 2: Programa de Rescate y Reubicación Fauna.</p> <p>Medida de Compensación 1: Restauración ambiental</p>
Impacto 18: Efecto barrera	Severo	Medida de prevención 1: Programa de Gestión y Supervisión Ambiental.
Impacto 19: Modificación de corredores biológicos	Severo	Medida de Prevención 2: Estadía en el sitio del proyecto; incluye directrices de operación para el personal así como subprograma de mantenimiento para la reducción de emisiones a la atmósfera, emisión de polvos y control de los niveles de ruidos.
Impacto 20: Riesgo de atropellamiento/mortalidad durante actividades de desmonte y/o despalme	Critico	<p>Medida de Prevención 4: Programa de supervisión y manejo de Residuos Sólidos Urbanos y Residuos Peligrosos.</p> <p>Medida de Prevención 5: Adecuación de obras de drenaje como pasos de Fauna.</p> <p>Medida de Compensación 1: Restauración ambiental</p>

Impacto	Tipo de Impacto	Medida de Prevención, Compensación y/o Mitigación
Impacto 21: Seguridad e integridad de la población	Severo	Impacto residual
Impacto 22: Aumento de infraestructura a nivel regional	Moderado	Impacto residual
Impacto 24: Economía regional (Bienes y Servicios)	Moderado	Estrategia de difusión 1: Generación y Promoción de empleo temporal
Impacto 25: Economía Local (Bienes y Servicios)	Moderado	
Impacto 26: Economía Individual (Bienes y Servicios)	Severo	
Impacto 27: Generación de empleos directos e indirectos	Severo	

VI.1.1. Descripción de las Medidas de Prevención, Compensación y Mitigación

A continuación se realizara la descripción de cada una de las Medidas de Prevención (MP), Compensación (MC) y Mitigación (MM) propuestas para el proyecto.

Medida de prevención 1: Programa de Gestión y Supervisión Ambiental

Impacto que previene: Esta medida está encaminada a la supervisión de la correcta aplicación de las medidas propuestas en el presente capítulo, esto a través de la integración de un grupo multidisciplinario el cual permitirá monitorear la adecuada implementación de las propuestas técnicas para evitar, reducir y/o mitigar los impactos ambientales que derivan de la modernización y mejoramiento de los 12.00 Km que involucran al proyecto.

Etapas de ejecución: Esta medida se ejecutara 20 días antes de que inicien los trabajos de preparación del sitio y culminara 30 días después de que inicie la operación del proyecto.

Descripción de la Medida de Prevención

Esta medida tiene como objetivo primordial orientar y coordinar las acciones previstas para el cumplimiento de las medidas propuestas en el presente estudio, así como de las observaciones y propuestas técnicas/económicas realizadas por la Secretaria y autoridades correspondientes a través de los siguientes puntos:

1. Supervisar el cumplimiento de las obligaciones ambientales del proyecto en sus diversas etapas de implementación incluyendo:

- a. Los términos y condicionantes ambientales que la SEMARNAT imponga en la autorización correspondiente en caso de ser afirmativa.
- b. La legislación y normatividad ambiental aplicable.
2. Asegurar el cumplimiento de todas y cada de las medidas de mitigación, prevención y/o compensación propuestas en la presente MIA-R, y que de manera voluntaria se han diseñado a fin de atenuar los posibles impactos adversos ambientales que pudieran generarse durante el desarrollo del proyecto.
3. Recopilar e Integrar la información y las comprobaciones documentales necesarias para informar periódicamente a las Delegaciones de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) y de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) de las bitácoras correspondientes sobre el cumplimiento de las obligaciones ambientales y el desempeño ambiental del proyecto entregando copias del mismo en la oficinas centrales de la PROFEPA y en la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental de la SEMARNAT.

En este sentido y de acuerdo a las MP, MM y/o MC, propuestas se plantean dos ejes principales para la ejecución y seguimiento de estos preceptos; el primero, refiere a las medidas que se deberán seguir para la planificación y calendarización de las MP, MM y/o MC propuestas y las observaciones de la autoridad; con ello el Promovente deberá gestionar los recursos necesarios para iniciar con la ejecución de esta primera Medida; por lo tanto, deberá presentar ante la SECRETARIA el organigrama correspondiente donde se indique el nombre de los responsables y los subalternos que ejecutaran las MP, MC y MM, así como los señalamientos realizados por la autoridad así como:

1. Los lineamientos básicos para la ejecución del programa de Gestión y Supervisión Ambiental del Proyecto.
2. Los lineamientos para vigilar el cumplimiento estricto de las obligaciones ambientales de cada uno de los actores en las etapas de Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento del proyecto.
3. Presentar los procesos de capacitación del personal que dará el seguimiento de las MM y/o MC en el que se indique los procedimientos, obligaciones y reglamentos aplicables en materia ambiental para evitar cualquier afectación derivada de las actividades del personal de obra involucrada en la construcción del proyecto.
4. Supervisar las medidas de prevención, control y mitigación de los impactos ambientales identificados en las etapas de Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento del proyecto.
5. Vigilar el estado de salud ambiental de los ecosistemas y recursos en la propiedad del Proyecto.

El segundo precepto en la integración de esta medida de prevención es la ejecución de la Supervisión Ambiental; para ello, el promovente a través de la empresa constructora, deberá contratar la siguiente plantilla de personal que participara de manera conjunta en las actividades de construcción del proyecto. Para ello, se contara con personal calificado que deberá tener entre 2 y 5 años de experiencia en la ejecución y seguimiento de Medidas de Mitigación para proyectos carreteros. Así mismo, se deberá proveer de una cuadrilla de al menos 20 personas que coadyuvaran en la ejecución de los programas de restauración ambiental. En el siguiente grafico se indica los requerimientos de personal que el promovente deberá considerar para la ejecución de las medidas de mitigación



Figura VI.1. Organigrama del personal que será requerido en la ejecución de las siguientes medidas de mitigación.

La implementación de la presente Medida de Prevención representa la garantía de la atención y mitigación adecuada de los impactos ambientales esperados con la preparación del sitio, construcción y operación del proyecto, otorgándole la viabilidad ecológica necesaria en cada una de las etapas de su implementación.

Tabla VI.2. Cronograma de ejecución de las Medidas de Prevención, Mitigación, Compensación y/o Estrategia de difusión durante las actividades de modernización de la obra.

Medida a ejecutar	Previo a la construcción		Durante la construcción												Durante la construcción		
	Mes 1	Mes 2	Mes 2	Mes 4	Mes 6	Mes 8	Mes 10	Mes 12	Mes 14	Mes 16	Mes 18	Mes 20	Mes 22	Mes 24	Año 1	Año 2	Año 3
Estrategia de difusión 1: Generación y Promoción de empleo temporal																	
Medida de prevención 1: Programa de Gestión y Supervisión Ambiental																	

Medida a ejecutar	Durante la construcción		Durante la construcción												Durante la construcción		
	Mes 1	Mes 2	Mes 2	Mes 4	Mes 6	Mes 8	Mes 10	Mes 12	Mes 14	Mes 16	Mes 18	Mes 20	Mes 22	Mes 24	Año 1	Año 2	Año 3
Medida de Prevención 2: Estadía en el sitio del proyecto; incluye directrices de operación para el personal así como subprograma de mantenimiento para la reducción de emisiones a la atmosfera, emisión de polvos y control de los niveles de ruidos																	
Medida de prevención 3: Lineamientos para los procesos de Desmonte y despalde.																	
Medida de Prevención 4: Programa de supervisión y manejo de Residuos Sólidos Urbanos y Residuos Peligrosos.																	
Medida de Prevención 5: Adecuación de obras de drenaje como pasos de Fauna.																	
Medida de Mitigación 1: Programa de recolección de germoplasma																	
Medida de Mitigación 2: Programa de Rescate y Reubicación Fauna																	
Medida de Compensación 1: Restauración ambiental																	

Análisis de costos por la ejecución de la Medida de Prevención 1

Se presenta un desglose de los costos considerados para ejecutar las actividades de la medida de prevención 1, estos incluyen los gastos por honorarios del personal que participara en la ejecución de las actividades. En las medidas de mitigación se especifica los requerimientos de insumos para la ejecución de cada una.

Tabla VI.3. Costos de los Honorarios de los especialistas, personal técnico y operativo que intervendrán en la ejecución y seguimiento de las medidas de prevención, compensación y mitigación (se incluye seguimiento a 3 años de las actividades de restauración ambiental).

Concepto	Cantidad / meses	Costo por unidad	Total
Supervisor Ambiental (Biólogo o Ing. Ambiental) de 5 a 7 años de experiencia en seguimiento de Supervisión Ambiental.	24 meses	\$17,500.00	\$420,000.00
Biólogo, 3 años de experiencia en manejo de fauna.	18 meses	\$14,500.00	\$261,000.00
Biólogo especialista en Mastofauna, 2 años de experiencia	18 meses	\$14,500.00	\$261,000.00

Concepto	Cantidad / meses	Costo por unidad	Total
Biólogo especialista en Ornitofauna, 2 años de experiencia	18 meses	\$14,500.00	\$261,000.00
Biólogo especialista en Herpetofauna, 2 años de experiencia	18 meses	\$14,500.00	\$261,000.00
Biólogo Botánico; 2 años de experiencia en ejecución de programas de reforestación	18 meses	\$16,500.00	\$297,000.00
Ing. Forestal; 2 años de experiencia en ejecución y seguimiento de programas de reforestación	18 meses	\$14,500.00	\$261,000.00
Tec. Forestal; 2 años de experiencia en ejecución de programas de reforestación	18 meses	\$8,500.00	\$153,000.00
Tec. Forestal; 2 años de experiencia en ejecución de programas de reforestación	18 meses	\$8,500.00	\$153,000.00
20 trabajadores para ejecución de programas de compensación ambiental	6 meses	\$75,800.00	\$454,800.00
Indirectos oficina (servicios, papelería, etc.)	24 meses	\$8,500.00	\$204,000.00
Depreciación equipo de computo	24 meses	\$3,500.00	\$84,000.00
Depreciación vehículos de supervisión	24 meses	\$8,500.00	\$204,000.00
Etapa de supervisión y seguimiento a 3 años de los planes y programas correspondientes			
Supervisor Ambiental (Biólogo o Ing. Ambiental) de 5 a 7 años de experiencia en seguimiento de Supervisión Ambiental.	9 visitas en 3 años	\$19,500.00	\$175,500.00
Biólogo, 3 años de experiencia en manejo de fauna.	9 visitas en 3 años	\$16,500.00	\$148,500.00
Ing. Forestal; 2 años de experiencia en ejecución y seguimiento de programas de reforestación	9 visitas en 3 años	\$16,500.00	\$148,500.00
Indirectos seguimiento (incluye gasolina, depreciación de vehículos, insumos de oficina, etc.)	9 visitas en 3 años	\$18,500.00	\$166,500.00
Costo de la ejecución de la MP 1			\$3,913,800.00

Medida de Prevención 2: Estadía en el sitio del proyecto; incluye directrices de operación para el personal así como subprograma de mantenimiento para la reducción de emisiones a la atmosfera, emisión de polvos y control de los niveles de ruidos.

Impacto que previene: Esta medida está encaminada en prevenir y reducir las afectaciones que derivan por la ejecución de los trabajos de preparación, construcción y operación del proyecto; a partir del establecimiento de normas y procedimientos que deberán seguirse para reducir en la medida de lo posible dichos efectos; mismos que van

desde la contaminación de suelo y agua por disposición de RS y/o RP, hasta las emisiones de gases, polvos y ruido derivadas de la operación de la maquinaria. Además se incluyen puntos específicos que limitan la incursión del personal de la obra fuera del D.V.

Etapas de ejecución: La presente deberá ejecutarse durante todo el proceso de construcción del proyecto, debido a que se estima la rotación del personal y maquinaria durante dichas actividades; por lo que es necesario que el promovente, a través de la empresa que ejecute la construcción de la obra, manifieste a los trabajadores los lineamientos de operación que se deberán seguir durante los procesos de modernización.

Descripción de la Medida de Prevención

1) *Directrices de operación para el personal*

Por lo regular, cuando la SEMARNAT autoriza a través de la evaluación de un estudio de impacto ambiental, se debe dar a conocer a todo aquel personal involucrado en la actividad los parámetros esenciales para su estadios dentro de la obra; muchas veces estos lineamientos son ignorados y/o no son transmitidos; por lo tanto esta medida de mitigación propone difundir los lineamientos básicos de trabajo durante las actividades de desmonte y despalme asociadas a las actividades de construcción. Esta medida refiere a las normatividades que deberán seguir los trabajadores dentro de la línea de ceros del proyecto, así como en los sitios donde se realice el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos que se utilicen para la construcción de la obra. Para la ejecución de esta medida de mitigación se requiere difundir entre el personal que laborara los principales horarios de trabajo, la ubicación de los sanitarios portátiles, así como lineamientos para su permanencia dentro del área de trabajo, los cuales incluye:

1. Se podrá permitir el acceso al personal a partir de las 07:00 horas, sin embargo los periodos de trabajo no podrán excederse después de las 18:00 horas.
2. Se prohíbe trabajar durante la noche y/o permanecer en el frente de obra durante el siguiente periodo de 18:30 P:M a 6:30 A:M del día siguiente.
3. Se prohíbe incursionar fuera del frente de trabajo y solo se podrá utilizar el área entre ceros.



Figura VI.2. Letreros alusivos a las prohibiciones que se deben acatar durante la ejecución de la obra (imágenes de archivo, 2013).

4. El horario de comida será entre las 13:30 y las 15:30 horas (el personal responsable asignará los horarios de comida de los trabajadores), por lo que el personal presente en el área de trabajo deberá retirarse y consumir sus alimentos fuera del D.V.
5. Queda prohibido encender fuego dentro del área de ceros y zonas adyacentes.
6. Se prohíbe el consumo de alimentos dentro del área de construcción, en el caso de bebidas, se dispondrá de estaciones de hidratación en cada frente de obra.
7. Queda prohibido la recolección de animales, plantas y/o semillas presentes en el sitio del proyecto o en las inmediaciones del predio.
8. Solo se retirara la vegetación entre ceros y áreas de maniobra, por lo que la poda y/o derribo fuera de los límites del predio SERA SANCIONADA
9. Se obligara a que los trabajadores utilicen los sanitarios portátiles presentes en el frente de obra en caso contrario serán sancionados
10. En todo momento se deberá trabajar con el equipo básico de seguridad (botas, casco, gafas, tapones para oídos, etc.).
11. Para el cumplimiento de esta medida se deberá proporcionar a cada trabajador un tríptico y a su vez hacerlo firmar de que leyó y comprendió lo establecido.
12. El personal que labore en la obra deberá contar con las medidas mínimas de seguridad que señala las normas de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, como son: NOM-017-STPS-2001 referente al equipo de protección para los trabajadores en los centros de trabajo, y NOM-011 STPS -2001 relacionada con las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo (P).
13. Cuando sea necesario, a lo largo del derecho de vía se colocarán estratégicamente señales de riesgo y/o precaución, dirigidas específicamente hacia la población (P).
14. Además las que incluya el contratista.

Todos estos lineamientos se difundirán a través de trípticos y charlas, se realizara retroalimentación cada 45 días. Durante el periodo de aprovechamiento del banco será necesario implementar sanitarios portátiles, en este sentido, se requiere de 1 sanitario por cada 15 trabajadores; la finalidad de esta medida es para reducir los efectos de contaminación al suelo, aire y agua.



Figura VI.3. Instrucción y capacitación en Educación Ambiental No Formal, al personal trabajador de la obra y de Seguridad Federal.

2) *Subprograma de mantenimiento para la reducción de emisiones a la atmosfera, emisión de polvos y control de los niveles de ruidos.*

El resultado de la evaluación de impactos demostró que otro de los factores ambientales que podrá verse afectado por el desarrollo de las distintas actividades de la etapa de preparación y construcción del proyecto es la contaminación del aire por parte de fuentes móviles. Con el fin de evitar que se presente dicho impacto sobre la atmósfera, se propone la implementación de las siguientes directrices para el funcionamiento de la maquinaria presente en la línea de ceros.

- 1) La maquinaria, equipo y vehículos que se utilicen durante el proceso constructivo, se someterán a un programa de mantenimiento periódico preventivo, correctivo y/o de sustitución. Para lo anterior, se llevará una bitácora de mantenimiento de maquinaria y de vehículos.
- 2) Se utilizarán lonas para cubrir los camiones que transporten material terrígeno (control de polvos) hacia el sitio de la obra o lo saquen del mismo, y/o humedecerá el material para evitar la dispersión de su contenido durante los recorridos.
- 3) Durante la operación de la maquinaria y vehículos, especialmente en áreas aledañas a zonas urbanas (comunidad de Ángel Albino Corzo), se deberá cumplir con los estándares para la emisión de ruido fijadas en el “Reglamento para la Protección del Ambiente Contra la Contaminación Originada por la Emisión de Ruido” (SEDUE, 1989) y la 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.
- 4) Las actividades que involucren el uso de maquinaria y equipo, cuyas emisiones de ruido sean excesivas, deberán desarrollarse en estricto horario diurno.



Figura VI.4. Riegos de apoyo para evitar la volatilización de partículas producto de las actividades de construcción del proyecto.

Análisis de costos por la ejecución de la Medida de Prevención 2

Se presenta un desglose de los costos considerados para ejecutar las actividades, estos incluyen los insumos necesarios para la ejecución de la medida, así como la estimación de la renta de sanitarios portátiles, generación de trípticos, dípticos, etc.

Tabla VI.4. Costos para la ejecución de la MP2.

Concepto	Cantidad / días/Meses/Pzas.	Costo por unidad	Total
Supervisión de las actividades en frentes de obra	24	\$19,500.00	\$468,000.00
Implementación de capacitación mensual a los trabajadores de la obra (se estiman 2 capacitaciones a la semana)	24	\$6,500.00	\$156,000.00
Renta de pipas para dispersión de agua	730	\$800.00	\$584,000.00
Lonas para cubrir material	30	\$350.00	\$10,500.00
Acarreos (Supervisión mensual - se incluyen indirectos del supervisor)	24	\$22,500.00	\$540,000.00
Monitoreo de maquinaria (Supervisión mensual - se incluyen indirectos del supervisor)	24	\$22,500.00	\$540,000.00
Generación de letreros alusivos al cuidado del medio ambiente	15	\$1,200.00	\$18,000.00
Generación de trípticos /dípticos (educación ambiental para trabajadores)	2000	\$1.20	\$2,400.00
Total costos de la ejecución de la MP2			\$2,318,900.00

Medida de prevención 3: Lineamientos para los procesos de Desmote y despalme.

Impacto que previene: contaminación de suelo por acciones del desmote y despalme del sitio donde se ejecutan los trabajos de modernización del proyecto.

Etapa de ejecución: Durante las actividades de preparación y construcción. Los lineamientos para los procesos de desmote y despalme se realizaran entre los Km 0+800 al Km 1+000, del Km 1+800 al Km 2+100, del Km 2+120 al Km 2+400, del Km 2+460 al Km 2+980, del Km 7+211 al Km 7+760, del Km 7+780 al Km 8+020, del Km 8+060 al Km 8+320, del Km 8+440 al Km 8+520 y del Km 8+580 al Km 10+300 y corresponden a las zonas de rectificación.

La zona de ampliación del eje actual corresponde a los Km 0+000 al Km 0+540, del Km 0+540 al Km 0+800, del Km 1+000 al Km 1+100, del Km 1+100 al Km 1+180, del Km 1+180 al Km 1+220, del Km 1+220 al Km 1+360, del Km 1+360 al Km 1+440, del Km 1+440 al Km 1+500, del Km 1+500 al Km 1+560, del Km 1+560 al Km 1+600, del Km 1+600 al Km 1+700, del Km 1+700 al Km 1+800, del Km 2+100 al Km 2+120, del Km 2+400 al Km 2+460, del Km 2+980 al Km 3+040, del Km 7+760 al Km 7+780, del Km 8+020 al Km 8+060, del Km 8+320 al Km 8+420, del Km 8+420 al Km 8+440, del Km 8+520 al Km 8+580, del Km 10+300 al Km 10+320, del Km 10+320 al Km 10+440, del Km

10+440 al Km 11+020, del Km 11+020 al Km 11+600, del Km 11+600 al Km 11+960 y del Km 11+960 al Km 12+000.

Objetivo: Evitar una mala disposición del producto del desmonte y despalme. Además de utilizar el producto del despalme para el programa de compensación ambiental (MM4), con esta acción se evita que el material de desecho se deje abandonado en el sitio y que con el tiempo afecte a la vegetación arbustiva y herbácea y/o se incorpore a las partículas suspendidas del aire.



Figura VI.5. Actividades de derribo y selección de madera (imágenes de archivo, 2013).

Descripción del subprograma: Este tipo de medidas de prevención permitirá que el material de desperdicio así como el sobrante de las actividades de desmonte y despalme sea dispuesto en lugares adecuados, debido a que muchas veces no se estima el acarreo de materiales productos del despalme, y por el otro lado prefieren la utilización de material de bancos establecidos. Este subprograma consiste en darle destino adecuado al material de desmonte, de despalme y residuos en general, para evitar que afecten al suelo aledaño.

Antes de iniciar las actividades de desmonte y despalme; el responsable de ejecutar las medidas de mitigación, deberá tomar fotografías de la vegetación presente en la línea de ceros del proyecto; en caso de que el promovente observe que el sitio fue alterado se deberá notificar a la PROFEPA y presentar un diagnóstico de daños con remediación y compensación de la afectación. Durante las actividades del desmonte, el material será separado y tendrán el siguiente uso:

- ✓ Tanto arboles como ramas con diámetros superiores a 10 cm y menor a 40 cm serán seccionados con motosierra desde su base y se les retirará la copa, esto con

la finalidad de tener un mejor manejo; la longitud del corte será de aproximadamente 45cm.

Así mismo, en la ejecución de las actividades de desmonte y despálme se deberán atender los siguientes puntos:

- 1) **Se requiere la presentación del CUSTF antes de la ejecución de cualquier trabajo que requiere la afectación forestal presente entre los Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000.**
- 2) **Se PROHIBE la ejecución de desmonte entre los Km 3+040 al Km 7+211.**
- 3) Se respetará la vegetación que no represente un obstáculo para la construcción. Se responsabilizará al contratista de cualquier ilícito en el que incurra él o sus trabajadores.
- 4) Cuando el despálme se realice mediante el uso de maquinaria pesada, se llevará a cabo en la superficie mínima necesaria que demandará la obra por realizar.
- 5) Durante las labores de desmonte/derribo no se permitirá el uso del fuego ni agroquímicos.
- 6) El desmonte/derribo o poda se llevará a cabo básicamente por medios manuales (hachas, machetes y motosierras) y de manera paulatina y direccional a fin de permitir que las especies de fauna silvestre presentes en el área tengan posibilidad de alejarse del sitio.
- 7) En caso de que se utilice maquinaria pesada, se deberá respetar la superficie mínima establecida para la ejecución de los trabajos
- 8) Para no afectar a la vegetación y hábitat de fauna silvestre, el desmonte/derribo se efectuará dirigiendo la caída de los árboles hacia el centro del camino sujeto a modernizarse
- 9) Se deberá de respetar la vegetación presente en los escurrimientos intermitentes (Km 0+989, Km 1+200 y Km 11+360), dicha vegetación es importante para mantener el equilibrio del ecosistema, especialmente lo relativo a la captación de agua y su pérdida por evaporación.
- 10) Previo a las actividades que requieran desmonte, se harán recorridos a fin de detectar nidos y madrigueras, los cuales se deberán revisar, y en su caso, ahuyentar a los organismos que ahí habiten y reubicar a la fauna que así lo requiera.
- 11) Se deberán conservar el estrato herbáceo y los tocones de los árboles y arbustos cuando no interfieran con la construcción de determinada obra. Los tocones se dejarán a una altura mínima de 60 cm. Esto como medida de protección del suelo, disminución del riesgo de erosión y para dar oportunidad a que se regenere la vegetación mediante mecanismos naturales, así como para servir de refugio a la fauna local.
- 12) Para reducir los efectos de erosión asociados a la remoción de la cubierta vegetal, se permitirá el establecimiento de la vegetación herbácea en las áreas desmontadas, inmediatamente después de que concluyan las labores de construcción.

Todo el material de despálme se utilizará para la restauración de los sitios que se afectarán de manera temporal o en su caso el producto del despálme se llevará al centro de compostaje de la localidad, ahí se mezclará con la troza producto del desmonte y se acamellonará todo junto, se cubrirá con malla para mosquitero; sólo si es época de

estiaje, se regará con pipa con salida de regadera cada tercer día y se removerá la tierra cada 15 días, para evitar que se cubra de herbáceas y que las germinaciones prosperen. Se tendrá acamellonado por lo menos 9 meses para que toda la troza y materia orgánica en general se mineralice y forme parte del suelo.

Medida de Prevención 4: Programa de supervisión y manejo de Residuos Sólidos Urbanos y Residuos Peligrosos.

Impacto que previene: contaminación de suelo por mala disposición de residuos sólidos (urbanos y de construcción) así como disposición accidental de residuos peligrosos en el sitio donde se ejecutan los trabajos de modernización del proyecto.

Etapas de ejecución: Esta medida se ejecutara durante las actividades de preparación, construcción y mantenimiento del proyecto.

Descripción de la Medida de Prevención: La siguiente medida tiene como uno de sus principales objetivos el manejo integral de los residuos, ya que al igual que el resto del mundo, ha experimentado profundos cambios económicos y sociales que se han acompañado de un creciente deterioro del ambiente y de una reducción de sus recursos naturales. En este sentido la producción de residuos sólidos se encuentra sujeta al nivel de desarrollo que tiene la sociedad, promoviendo la producción de una gran variedad de residuos en cantidades distintas, generado así una difícil incorporación a los ciclos biológicos y con ello su disposición en sitios inadecuados generando grandes impactos al medio ambiente. De acuerdo a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) publicada en el DOF el 8 de octubre del 2003, establece entre sus disposiciones que es de orden público e interés social y tienen por objeto regular la generación y manejo integral de residuos peligrosos, establecer bases para el manejo de residuos urbanos y de manejo especial así como las bases para aplicar principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de residuos sólidos en el país. El artículo 9° señala que es facultad de las entidades el formular, conducir y evaluar la política estatal, así como elaborar los programas en materia de residuos de manejo especial, acorde al Programas Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y el de Remediación de Sitios Contaminados, en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática, establecido en el artículo 25 de la CPEUM. El artículo 26, establece que las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, deberán elaborar e instrumentar los programas locales para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, de conformidad con esta ley, con el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos y demás disposiciones aplicables. Dichos programas deberán contener al menos lo siguiente:

- I. El diagnóstico básico para la gestión integral de residuos de su competencia, en el que se precise la capacidad y efectividad de la infraestructura disponible para satisfacer la demanda de servicios
- II. La política local en materia de residuos sólidos urbanos y de manejo especial
- III. La definición de objetivos y metas locales para la prevención de la generación y el mejoramiento de la gestión de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, así como las estrategias y plazos para su cumplimiento;
- IV. Los medios de financiamiento de las acciones consideradas en los programas;
- V. Los mecanismos para fomentar la vinculación entre los programas municipales correspondientes, a fin de crear sinergias; y

VI. La asistencia técnica que en su caso brinde la Secretaría.

Existen innumerables conceptos que pretenden explicar claramente los que es un residuo o los diferentes tipos de residuos que se conocen. Por ello, mencionaremos algunos para facilitar su comprensión de acuerdo a lo establecido en la LGPGIR y la LGEEPA12. Estos conceptos se asimilan con gran subjetividad ya que, lo que para unos es un residuo, para otros es una materia prima. La LGEEPA, en su artículo 3° fracción XXXI define Residuo como “Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permite usarlo nuevamente en el proceso que lo generó”. Con la publicación y entrada en vigor de la LGPGIR se modificó y se estableció una nueva clasificación de residuos con una triple función.

- I. La primera, determinar el ámbito de aplicación de las disposiciones normativas, al definir a qué tipo de residuos aplica y qué generador de los mismos está sujeto a su aplicación
- II. La segunda, servir como instrumento de gestión para la elaboración de inventarios comparables en el país, la determinación de la dimensión de los mercados requeridos para su manejo y la evaluación de los riesgos que puedan derivar de su manejo, y
- III. La tercera, el unificar la clasificación y definición de residuos a nivel nacional para una correcta gestión y manejo integral de los mismos13.

Esta ley general, agrupa y subclasifica cinco tipos de residuos con el propósito de elaborar los inventarios correspondientes, identificar las fuentes generadoras, y orientar la toma de decisiones basadas en criterios de riesgo que permitan orientar al generador y sus responsabilidades en el manejo de los mismos. En esta clasificación de residuos, encontramos las siguientes definiciones conforme a lo señalado en el artículo 5° del ordenamiento legal en mención:

- a) **Residuos:** Material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella derive.
- b) **Residuos de Manejo Especial:** Son aquellos generados en los procesos productivos, 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.
- c) **Residuos Incompatibles:** Aquellos que al entrar en contacto o al ser mezclados con agua u otros materiales o residuos, reaccionan produciendo calor, presión, fuego, partículas, gases o vapores dañinos.
- d) **Residuos Peligrosos:** Son aquellos que poseen alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio.

- e) **Residuos Sólidos Urbanos:** Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos.

Principios rectores del programa

El presente programa está conformado con base en los principios rectores que son los siguientes:

- ✓ *Gestión integral de los residuos manejo especial y sólidos urbanos*

Se refiere al conjunto articulado e interrelacionado de acciones normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación, para el manejo de residuos, desde su generación hasta la disposición final, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias que afrontara la construcción del proyecto.

- ✓ *Principio de valorización*

Es el conjunto de acciones asociadas cuyo objetivo es recuperar el valor remanente o el poder calorífico de los materiales que componen los residuos, mediante su reincorporación en procesos productivos, bajo criterios de responsabilidad compartida, manejo integral y eficiencia ambiental, tecnológica y económica.

- ✓ *Principio de aprovechamiento*

Implica el desarrollo de acciones que fomenten la creación de infraestructura para el reúso, reciclaje, y aprovechamiento material o energético de los materiales contenidos en los residuos, con la participación coordinada de los trabajadores que participen en el proceso de construcción del proyecto.

- ✓ *Principio de prevención y minimización*

Implica la adopción de medidas operativas de manejo (sustitución de insumos y productos, rediseño de productos y procesos, valorización, recuperación, reúso y reciclaje y separación en la fuente; etc.) que permitan prevenir y disminuir hasta niveles económicos y técnicamente factibles, la generación de residuos sólidos tanto en cantidad como en potencia de causar contaminación al ambiente o a la salud pública. En este sentido la construcción y operación del proyecto; presenta el siguiente programa de recolección de residuos; el cual se basa prácticamente en la recolección diaria de todos los residuos generados en los frentes de obra; permitiendo definir para cada tipo de residuo, las formas más adecuadas de manejo así como su identificación y similitud en las de características físicas, químicas y/o biológicas de los mismos.

Subprograma de Manejo de residuos sólidos (urbanos y de la construcción)

La ejecución de las obras y actividades relativas al Proyecto, conllevará necesariamente la generación de residuos líquidos, sólidos, atmosféricos y sanitarios. El Programa de

Manejo Integral de Residuos Sólidos tiene como principal objetivo el de proponer medidas que permitan el adecuado manejo de los residuos generados durante todas las etapas del proyecto con el fin de disminuir al máximo los riesgos de contaminación al suelo y al acuífero. Siendo los objetivos particulares

1. El de disminuir el riesgo de contaminación de suelo, agua y ecosistemas por residuos líquidos, sólidos a través de la dispersión eólica y/o hídrica.
2. Identificar y utilizar el mejor eco-tecnología e infraestructura sanitaria disponible para el tratamiento de aguas residuales.
3. Reducir las fuentes generadoras de residuos líquidos, sólidos, sanitarios.

Como se ha comentado con anterioridad, es previsible la generación de residuos sólidos durante la implementación del proyecto, producto del consumo de bebidas y algunos alimentos por los trabajadores que laborarán en la obra, administrativos, residentes y personal de mantenimiento. Para esto, el promovente compromete la implementación de este apartado el cual contempla como objetivos principales los siguientes:

1. Implementar medidas para la reducción de fuentes de residuos sólidos.
2. Desarrollar estrategias para la separación, reutilización y reciclamiento de materiales.
3. Ejecutar los mejores métodos disponibles para la disposición temporal y final de residuos.



Figura VI.6. Identificación por color de los contenedores donde se separan los residuos (imágenes de archivo, 2013).

Durante la etapa de preparación del sitio y operación de las actividades asociadas a la preparación del sitio, excavación, nivelación, compactación, preparación de mezcla asfáltica, trituración, carga e instalación de infraestructura adicional; el promovente colocara contenedores de plástico en el frente de trabajo, mismos que se identificaran por color y por leyenda (plástico, orgánicos, papel y/o cartón, vidrio, metales). Los residuos depositados en cada contenedor serán separados y dispuestos en centros de minimización cada 5 días. Para ello se dará seguimiento y supervisión, en el que se generaran reuniones con los trabajadores donde se les indicara que dentro de la línea de ceros del predio está prohibido el consumo de alimentos. La finalidad de esta acción es evitar la dispersión de residuos dentro y fuera del área donde se ejecutan los trabajos, así

como la aparición de fauna nociva. Los residuos sólidos reciclables (plásticos PET, aluminio, papel y cartón), serán recolectados periódicamente por empresas acreditadas oficialmente para tal efecto o dispuestos en los sitios públicos destinados para tal efecto.



Figura VI.7. Recolección de residuos sólidos urbanos generados en el frente de obra.

En el caso de los residuos orgánicos (residuos de alimentos, desechos de vegetación), estos serán trasladados hacia los viveros temporales, donde tendrán un sitio específico para su tratamiento como composta, la cual será empleada como abono orgánico para el mejoramiento del suelo en las áreas donde se ejecute la medida de compensación.

Subprograma de Manejo de residuos peligrosos

Según la definición de sustancia peligrosa de la LGEEPA dice que es aquella sustancia que por sus altos índices de inflamabilidad, explosividad, toxicidad, reactividad, radioactividad, corrosividad o acción biológica puede ocasionar una afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes. En la realización del proyecto se utilizan sustancias que poseen alguna de las características CRETIB, principalmente tóxicas e inflamables, sin embargo y considerando la definición de las líneas anteriores, el cual indica que la cantidad es un factor de importancia, para considerarlas peligrosas, tenemos que la cantidad que se utilizara en la restauración del paso superior ferroviario, no las convierte en sustancias peligrosas potenciales. Las únicas sustancias peligrosas que serán generadas, serán los aceites y combustibles que se utilizarán para la maquinaria utilizada en las diferentes etapas del proyecto. Sin embargo, el mantenimiento de la maquinaria será realizado fuera de la zona de trabajo (patio de maquinaria, la empresa rentara un lugar en poblado más cercano). Será necesario que el Residente de la Obra considere un monitoreo ambiental para evitar el derrame de combustibles. Es importante mencionar que el grado de peligrosidad de estas sustancias aumenta conforme aumenta la cantidad de manejo o de almacenamiento. En las etapas de preparación y construcción, se espera que las cantidades a emplear no sean tan altas como en una actividad industrial, ni tampoco conlleva actividades altamente riesgosas. Sin embargo no deja de ser importante el buen manejo de estas sustancias para evitar cualquier tipo de accidente por muy pequeño que sea. En el caso de llegar a tener un accidente es conveniente contar con las Hojas de Datos de Seguridad de Materiales, así

como con la Guía Norteamericana de Respuesta en Caso de Emergencia (GRENA 96) para saber qué hacer en un accidente durante el transporte de un material peligroso. Las hojas de Datos de Seguridad de Materiales se solicitan a los distribuidores de las sustancias peligrosas y la GRENA96 se puede solicitar a SCT.



Figura VI.8. Manejo de Residuos catalogados como Peligrosos (imágenes de archivo, 2013).

Esta medida contempla el manejo adecuado de los residuos peligrosos que pudieran generarse durante el proceso de operación de las obras que derivan de la ejecución del de los trabajos de adecuación y construcción del proyecto. Como residuo peligroso se incluyen a todos los aceites, pinturas y solventes, etc.² Se procurará que no queden almacenados en el depósito temporal estos residuos por más de dos semanas, tiempo tras el cual, el promovente se encargará de subcontratar los servicios de una empresa especializada en el transporte de este tipo de desechos para su adecuado tratamiento y disposición, que deberá contar con las autorizaciones correspondientes de la SEMARNAT. El supervisor ambiental, llevará un registro de los manifiestos de entrega-recepción de los residuos peligrosos que colecte la empresa transportista y se encargará de realizar los reportes semestrales de generación de residuos peligrosos que se ingresarán a la SEMARNAT. Los residuos producidos y catalogados como “Peligrosos” deberán ajustarse al manejo adecuado conforme a la NOM-052-SEMARNAT-2005. La separación por incompatibilidad de los mismos se debe realizar acorde a la NOM-053-SEMARNAT-1993 con el fin de evitar alguna contingencia. El manejo de los residuos se realizará en total apego con lo dispuesto en la NOM-083-SEMARNAT-2003.

En caso de ser necesario, se recomienda la construcción de un pequeño almacén provisional de residuos peligrosos, de 25 m² o superior, el cual contendrá las

² El promovente deberá contratar a un técnico responsable de manejo de residuos peligrosos, tendrá en cada frente de operación algún polímero como el TEPYS ABSORB de *ABtotal absorb* que tiene la capacidad de retener al hidrocarburo o aceite y lo vuelve inerte. Se tendrá en el frente de trabajo por lo menos 3 costales de 10 kg, en cada frente de obra, para actuar de forma inmediata en caso de un derrame accidental (situación improbable porque en el punto anterior se prohíbe cualquier reparación o mantenimiento a maquinaria y vehículos en derecho de vía o fuera de cualquier taller o autolavado autorizado).

especificaciones mínimas requeridas en el Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos de la LGEEPA; entre ellos podemos mencionar:

- a) Deberá equiparse con cimientos provistos de un recubrimiento impermeable y resistente contra los materiales a almacenar.
- b) Tendrá techo y protección contra las lluvias (incluyendo protecciones laterales).
- c) Las zonas de almacenamiento, en las que se guardan líquidos, deberán estar provistas de tanques y canales de recolección de líquidos en caso de derrames, además deben contar con materiales de absorción (p.ej. aserrín) para absorber derrames.
- d) Deben estar a disposición equipos de protección personal.
- e) No deberá permitirse el acceso al almacén a personas no autorizadas y deberá asegurarse el control del acceso.

Es importante resaltar que durante los trabajos de preparación de construcción (ya sea por la preparación de mezclas, pinturas, solventes, maquinaria descompuesta en la línea de cerros, etc.) será necesario contar con un sistema de contención en caso de que exista un derrame accidental, se deberá contemplar el uso de agentes para la retención de derrames, en este caso se propone la utilización de *TEPYS ABSOR®*. Estos sistemas deberán estar instalados en los sitios de operación de maquinaria y capacitar al personal en uso eficiente de estos polímeros para controlar accidentes de derrame. En caso de existir un derrame y que este sea contenido, se dispondrán los residuos en sitios específicos (en un almacén temporal), para que posteriormente sean recolectados y/o dispuestos con un proveedor que tenga los permisos necesarios para la recolección, acopio y disposición de este tipo de residuos.



Figura VI.9. Sistemas para la retención de hidrocarburos, pinturas y/o aceites que pudieran ser derramados de forma accidental en sitio de obra. En la fila inferior se puede apreciar el proceso de retención y absorción del derrame.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción de la infraestructura, el promovente deberá impartir educación ambiental al personal de la obra; particularmente en el manejo de productos que serán implementados en cada una de las etapas del proyecto, así como la orientación técnica para la disposición final que de dichos residuos. *La retroalimentación constante ayudará a prevenir la contaminación del suelo evitando la dispersión a los predios contiguos.* Durante el resguardo de los residuos se utilizarán contenedores adecuados con tapa e identificación (etiqueta), lo anterior para dar

cumplimiento a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento.

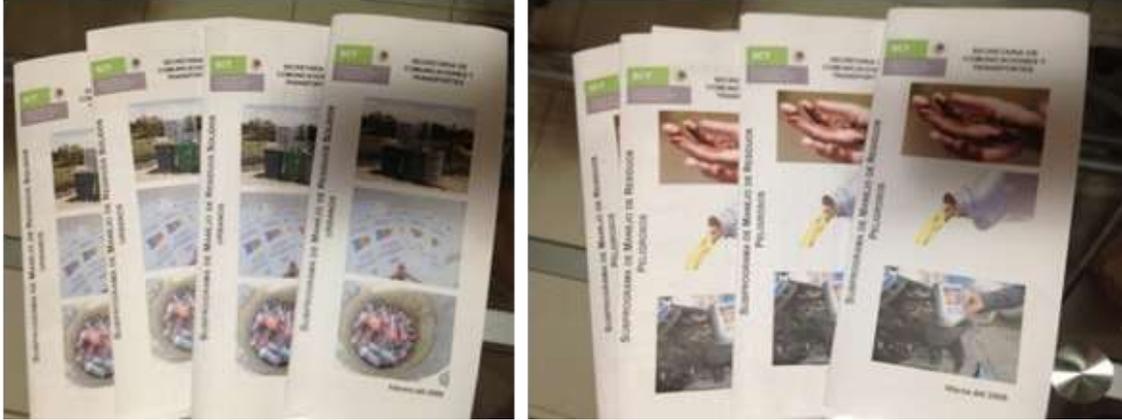


Figura VI.10. Trípticos repartidos durante la ejecución de trabajos para capacitación de personal en obra (Imágenes de archivo; 2009).

Tanto el promovente, como la empresa constructora **están obligados al cumplimiento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, el Reglamento de la LGEEPA** en materia de Residuos Peligrosos, el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos y las Normas Oficiales Mexicanas en materia de residuos peligrosos. La compañía constructora deberá generar y cumplir un programa de manejo de residuos peligrosos y no peligrosos en el que establezca las actividades de separación, recolección y manejo de residuos sólidos y líquidos, y los responsables de verificar que las acciones cumplan la regulación ambiental vigente en la materia. Cabe recordar que, con base en el Artículo 42 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, los generadores y poseedores de residuos peligrosos podrán contratar servicios de empresas autorizadas por la SEMARNAT.

Subprograma de Manejo de Residuos sanitarios

Como se manifestó en el Capítulo II del presente estudio, existirá la generación de aguas residuales consideradas por el proyecto, esta se encuentran limitadas a las etapas de preparación y construcción de la obra. Con el objeto de evitar la contaminación de mantos freáticos o aguas superficiales por heces fecales, el promovente, a través de la empresa encargada de la construcción del proyecto, contratará el servicio de sanitarios portátiles para el servicio de los trabajadores durante las etapas de preparación del sitio y construcción en cada frente de trabajo, las cuales deberán ser localizadas en sitios de fácil acceso para el personal involucrado en la obra; con estas acciones, el promovente reducirá el impacto sobre el suelo, aire, y agua, ya que evitara la disposición de residuos sanitarios al medio, por lo que se realiza un manejo adecuado de estos desechos. Para el cumplimiento de las observaciones anteriores, se instalara un Sanitario portátil por cada 15 trabajadores; asimismo, los residuos líquidos y sólidos de los sanitarios y los servicios

de contención serán retirados de manera oportuna por servicios especializados contratados por el promovente.



Figura VI.11. Baños secos (Imágenes de archivo; 2013).

Análisis de costos por la ejecución de la Medida de Prevención 4

Se presenta un desglose de los costos considerados para ejecutar las actividades, estos incluyen los insumos necesarios para la ejecución de la medida, así como la estimación de la renta de sanitarios portátiles, generación de trípticos, dípticos, etc.

Tabla VI.5. Costos para la ejecución.

Concepto	Cantidad / días/meses	Costo por unidad	Total
Renta de sanitarios portátiles (20 sanitarios por un periodo de 24 meses) incluye la recolección de residuos	24	\$18,500.00	\$444,000.00
Recolección de Residuos Peligrosos	30	\$3,500.00	\$105,000.00
Botes de basura por frente de obra (9 botes)	9	\$250.00	\$2,250.00
Servicio de recolección de RSU	200	\$2,000.00	\$400,000.00
Generación de trípticos /dípticos (educación ambiental para trabajadores)	1200	\$1.20	\$1,440.00
Extras mensuales	24	\$8,500.00	\$204,000.00
Total costos de la ejecución de la MP 4			\$1,156,690.00

Medida de Prevención 5: Adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna.

Impacto que previene: esta medida será ejecutada durante los procesos de construcción del proyecto y permitirá disminuir las afectaciones sobre la fauna silvestre cuando dicho proyecto entre en operación, debido a que la modernización y mejoramiento de esta terracería incrementara de manera considerable la presencia de vehículos, lo que detonara que el riesgo de atropello para fauna silvestre que aparezca a lo largo de los 12.00 Km del Proyecto. Este impacto será muy notorio debido a que la región donde se

presenta el proyecto involucra áreas donde se presentan macizos forestales que albergan comunidades faunísticas sensibles. Este impacto será más notorio en los sitios donde se desarrolle la ampliación (Km 0+000 al Km 0+540, del Km 0+540 al Km 0+800, del Km 1+000 al Km 1+100, del Km 1+100 al Km 1+180, del Km 1+180 al Km 1+220, del Km 1+220 al Km 1+360, del Km 1+360 al Km 1+440, del Km 1+440 al Km 1+500, del Km 1+500 al Km 1+560, del Km 1+560 al Km 1+600, del Km 1+600 al Km 1+700, del Km 1+700 al Km 1+800, del Km 2+100 al Km 2+120, del Km 2+400 al Km 2+460, del Km 2+980 al Km 3+040, del Km 7+760 al Km 7+780, del Km 8+020 al Km 8+060, del Km 8+320 al Km 8+420, del Km 8+420 al Km 8+440, del Km 8+520 al Km 8+580, del Km 10+300 al Km 10+320, del Km 10+320 al Km 10+440, del Km 10+440 al Km 11+020, del Km 11+020 al Km 11+600, del Km 11+600 al Km 11+960 y del Km 11+960 al Km 12+000) y la liberación del DV a través de las rectificaciones (Km 0+800 al Km 1+000, del Km 1+800 al Km 2+100, del Km 2+120 al Km 2+400, del Km 2+460 al Km 2+980, del Km 7+211 al Km 7+760, del Km 7+780 al Km 8+020, del Km 8+060 al Km 8+320, del Km 8+440 al Km 8+520 y del Km 8+580 al Km 10+300). En las zonas donde se realizan las actividades de mejoramiento, se espera que el número de atropellos sea menor y/o nulo, debido a que el ancho de la sección será al existente y los niveles de velocidad que se manejen serán menores a los de las secciones donde se realice la modernización.

Etapas de ejecución: Como se indicó, esta medida será ejecutada durante las actividades de modernización de la obra, particularmente cuando se proyecte la construcción de las obras de drenaje, mismas que serán adecuadas para que funjan como paso inferior para la fauna.

Antecedentes: Recientemente ha cobrado gran interés el estudio sobre la eficiencia de los pasos de fauna, que pueden ser específicos para su utilización por los animales, o mixtos utilizando las modificaciones de las obras de drenaje, o con la ubicación de pasos inferiores y puentes, ya que se ha comprobado que evitan los accidentes de tráfico por atropello y otras derivaciones negativas. La efectividad de las estructuras es una pieza clave para la conservación de la fauna, sobre todo, teniendo en cuenta el incremento de las vías de transporte dentro del país, como parte de una necesidad de comunicación. Tomando en cuenta esto, es de suma importancia armonizar el progreso técnico y el desarrollo socioeconómico con el medio natural en el que se encuentran, a través de la integración de infraestructuras de transporte en las que de forma relevante cobra especial importancia el diseño y la adecuación de los pasos de fauna. En este sentido, este tipo de estructuras minimizan y en muchos de los casos corrigen los principales impactos que surgen en las diferentes etapas de aplicación del proyecto, es decir, desde la preparación del sitio, la construcción y su operación; un ejemplo claro de estos impactos son los atropellos y accidentes, el efecto barrera y la destrucción del hábitat. La adecuación de las infraestructuras lineales minimiza el impacto que originan las mismas sobre la movilidad de las especies terrestres por medio de los pasos de fauna e impide la necesidad de acceder a la vía, con la correcta instalación y ubicación, esto de forma concreta para las necesidades de cada uno de los grupos faunísticos. A manera de evitar que el cambio de uso de suelo y la instalación del trazo del proyecto provoquen un efecto barrera para la continuidad del desplazamiento de la fauna, en este documento se presenta una propuesta del diseño, tipo y ubicación de los pasos de fauna, con base en los estudios de campo realizados y en las diferentes citas bibliográficas, tomando especial atención en las condiciones de la zona de estudio y la identificación de los sitios utilizados actualmente como desplazamientos habituales de fauna, con lo que se pretende restablecer rutas de

movimiento, evitando riesgos de atropellamiento después de entrada en operación la obra modernizada.

El índice de atropellamiento y su frecuencia están relacionados con diversos factores, como el flujo vehicular, la velocidad, la anchura de la vía, el comportamiento de las especies y la cobertura vegetal (Noss, 2002), sin embargo, el factor que mayor peso tiene es el de la densidad poblacional, ya que esta influye de manera directa en la disponibilidad de los recursos (alimento, pareja y espacio) y por lo tanto en la dispersión de cada uno de los individuos de las diferentes especies dentro de la región (Cupul, 2002). Actualmente la terracería presenta un anchura promedio de 5.00 m un TDPA menor a 100 vehículos al día y un velocidad máxima de hasta 20 Km/h, lo que reduce significativamente el riesgo de atropello para la fauna, sin embargo, cuando esta vía se encuentre modernizada, la cantidad de atropellos será notorio, debido a que la calzada será de 7.00 m, el TDPA estimado será superior a 200 vehículos y la velocidad mínima está proyectada a 40 Km/h. De acuerdo a los resultados obtenidos en campo las regiones que mayor impacto de atropellamiento, son las áreas sin vegetación forestal (Acahuales y Pastizales), esto se debe a que dichas regiones se presentan animales de hábitos generalistas los cuales se encuentran adaptados a los ruidos y a la presión que ejercen los seres humanos, en este caso la presencia de la terracería actual, no limita el cruce de las especies de un lado a otro en busca de alimento, este comportamiento obedece a que durante mucho tiempo los animales han aprendido a identificar los principales horarios de flujo vehicular y las zonas de cruce (áreas con mayor visibilidad sobre el cuerpo de la carretera, así como sistemas de drenaje transversal), estos factores han reducido la mortalidad de individuos, sin embargo, con la modernización de esta vía se detonará dicho impacto.



Figura VI.12. Registro de especies atropelladas en la región.

Actualmente se han generado diversos métodos para reducir el impacto de atropellamiento y el efecto barrera que deriva de la creación de nuevas carreteras, demostrando su eficacia y exactitud, esto gracias a la colaboración multidisciplinaria entre biólogos, ingenieros y autoridades (López, 1992; Barragán, 1003; Reed y Ward, 1985; SETRA, 1985 b; Foster y Humphrey, 1982, Velazco et al, 1995). Para el caso de la construcción y/o modernización de nuevas carreteras se propone la generación de pasos específicos para la fauna, en especial aquellas que presentan hábitos terrestres o que tengan rutas de movimiento en la zona; el grupo más afectado es de los mamíferos, principalmente las especies de talla pequeña (ratones y ardillas) y las de talla mediana (tlacuaches, zorros, cacomixtles, etc.) estos últimos presentan parámetros de dispersión entre diversos ecotonos, ya que por lo perturbado de la región la búsqueda de alimento es

constante. Otro de los grupos que se verá afectado, pero menos notorio que los mamíferos, es el grupo de las aves, a diferencia de los mamíferos, estos animales presentan actividad durante la mayor parte del día, en especial de 07:00–11:00 y de 17:00 a 18:30 horas, periodo en el que salen en búsqueda de alimento y agua; entre las especies afectadas están *Columbina inca*, *Columbina passerina*, *Leptotila verreauxi*, *Zenaida macroura*, *Coccyzus minor*, *Crotophaga sulcirostris*, *Geococcyx velox*, *Passerina amoena*, *Passerina caerulea*, *Molothrus aeneus*, *Molothrus ater*, *Quiscalus mexicanus*, *Cathartes aura* entre otros; debido a que son especies que presentan hábitos que las ponen en riesgo, es decir, muchos deambulan sobre el suelo en búsqueda de alimento (palomas, codornices, cuquitas), otras presentan vuelos rasos (preferentemente los insectívoros) y otros más presentan hábitos carroñeros (necrofagia) y pueden ser investidas al momento que se alimenten de algún animal atropellado previamente (Manson y Mcdonald, 1995).

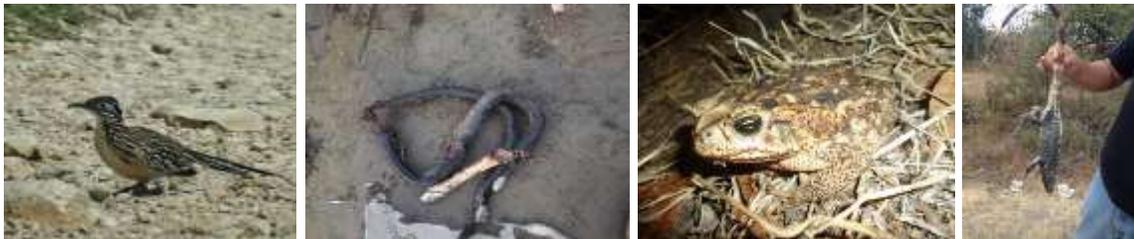


Figura VI.13. Especies susceptibles de atropello debido a los hábitos que presentan.

Para el caso de los reptiles se debe considerar los periodos de actividad (9:00–11:00 h y de 16:00–19:00 h), así como sus hábitos, por ejemplo, en el caso de los saurios (lagartijas), su hábitat es sobre las rocas y sitios donde la vegetación permite el desarrollo de diversos insectos (hormigas, chapulines, lombrices, etc.), en el caso de las serpientes prefieren sitios donde la hierba es grande y existen una variedad de presas (ratones, tuzas). Debido a que estos organismos requieren regular su temperatura corporal para la activación de su metabolismo, necesitan asolearse y en estos casos los sitios abiertos son aprovechados. En el caso de la carretera, algunas especies (en especial las lagartijas), aprovecharían el calor captado por la carpeta asfáltica para poder regularse, sin embargo, esta acción podría generar que algunos individuos sean atropellados

Descripción de la Medida de Prevención: La función de los pasos de fauna es facilitar el paso sin riesgos de un lado a otro de diversos vertebrados terrestres, y, en caso de ser utilizados, reducir el efecto barrera de tipo etológico causado por la propia carretera. Estos sistemas, serán instalados coincidiendo con vías de desplazamientos habituales de fauna, (Klein, 1971; Jensen, 1977), estar bien dimensionados y no ser perturbados por actividades humanas (SETRA, 1985 b). En este sentido se propone la ubicación de 5 pasos de fauna a lo largo de los 4.00 Km, los cuales se sobredimensionarán y adecuarán de tal forma que el paso sea atractivo para los animales. Estos sistemas son catalogados como pasos inferiores, y su estructura estará diseñada con base a la modificación de las obras de drenaje que discurren sobre el trazo.

a) *Adecuación de pasos para fauna*

Para la construcción de pasos inferiores, se sobredimensionarán y en su caso modificarán los sistemas de drenaje para facilitar el paso de los animales. Las ventajas que se obtendrán por la modificación de estos sistemas es que serán utilizados por fauna de diversas tallas (Foreman et al 2003); en este caso se pueden encontrar anfibios (ranas, sapos), reptiles (serpientes y lagartijas), así como mamíferos pequeños y medianos (ratones, tlacuaches, cacomixtles, mapaches, comadrejas, zorrillos, etc.). Estos sistemas serán colocados en sitios estratégicos, que por su calidad ambiental permitirán el flujo y dispersión de distintos grupos de vertebrados. De acuerdo a lo anterior, la promovente contemplo los pasos de fauna desde el diseño del proyecto, por lo que las obras de drenaje menor que serán instaladas a lo largo de los 12.00 Km cuentan con las dimensiones necesarias para que funcionen como “Paso de Fauna”. En la siguiente tabla se presenta la ubicación (kilometro y referencia geográfica) y el tipo de obra proyectada (dimensiones).

Tabla VI.6. Ubicación de las obras de drenaje proyectadas

Km	UTM	Tipo de obra actual	Tipo de obra c/proyecto	Tipo de Uso de Suelo
0+121	16 Q 314685 2121798	Sin obra	Losa de 2.00 m X 1.00 m	Asentamientos humanos con vegetación secundaria
0+321	16 Q 314503 2121888	Sin obra	Losa de 2.00 m X 1.00 m	
0+605	16 Q 314269 2122036	Sin obra	Losa de 2.00 m X 1.00 m	Agrícola de temporal
1+135	16 Q 313793 2122151	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m	
1+262	16 Q 313684 2122214	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m	
1+925	16 Q 313365 2122775	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m	
2+170	16 Q 313335 2123021	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m	Selva baja caducifolia inundable
2+425	16 Q 313308 2123274	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m	
2+675	16 Q 313274 2123522	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m	
2+925	16 Q 313244 2123769	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m	Selva mediana subperennifolia conservada
Km 3+040 Inicio de Subzona de Preservación de ANP				
3+325	16 Q 313192 2124165	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m	Pastizal inducido
3+570	16 Q 313166 2124411	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m	Selva baja caducifolia inundable
3+825	16 Q 313135 2124663	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m	
4+075	16 Q 313125 2124893	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m	
4+325	16 Q 313210 2125144	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m	
4+575	16 Q 313369 2125336	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m	
4+825	16 Q 313535 2125523	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m	

Km	UTM	Tipo de obra actual	Tipo de obra c/proyecto	Tipo de Uso de Suelo
5+075	16 Q 313701 2125710	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m	
5+325	16 Q 313782 2125940	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m	
5+575	16 Q 313888 2126161	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m	
5+825	16 Q 314076 2126319	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m	
6+075	16 Q 314246 2126507	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m	
6+325	16 Q 314403 2126700	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m	
6+575	16 Q 314562 2126896	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m	
6+995	16 Q 314625 2127307	Sin obra	Losa de 2.00 m X 1.00 m	Agricultura de temporal
Km 7+211 Fin de Subzona de Preservación de ANP				
7+530	16 Q 314786 2127811	Sin obra	Losa de 2.00 m X 1.00 m	Agricultura de temporal
7+670	16 Q 314756 2127949	Sin obra	Losa de 2.00 m X 1.00 m	
7+970	16 Q 314717 2128241	Sin obra	Losa de 2.00 m X 1.00 m	
8+585	16 Q 314903 2128823	Sin obra	Losa de 2.00 m X 1.00 m	
8+835	16 Q 315076 2128994	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m	
9+085	16 Q 315192 2129215	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m	Selva baja caducifolia inundable
9+335	16 Q 315322 2129428	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m	
9+805	16 Q 315659 2129755	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m	
10+230	16 Q 315918 2130085	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m	Selva mediana subperennifolia perturbada
10+645	16 Q 315858 2130490	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m	
10+765	16 Q 315817 2130602	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m	
11+005	16 Q 315735 2130827	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m	
11+362	16 Q 315632 2131169	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m	
11+601	16 Q 315604 2131407	Sin obra	Losa de 2.50 m X 1.00 m	

b) Diseño de los pasos de fauna

Las obras de drenaje están proyectadas (por dimensión y ubicación) para que funcionen como pasos inferiores, por lo que solo será necesario adecuar los accesos para que estos sean más atractivos para la fauna. La adecuación consistirá en la instalación de banquetas en sus bordes que no se inunden, las banquetas tendrán un mínimo de 30 cm de ancho y puede ser una o dos dependiendo del tamaño de la losa. Estas modificaciones en la estructura de los sistemas de drenaje actual se realizarán en zonas que son utilizadas por la fauna como rutas naturales para su dispersión, ya que de acuerdo a los registros obtenidos durante los muestreos en el sitio es posible encontrar mamíferos de talla mediana, serpientes, lagartijas y algunos anfibios.

El propósito de la modificación de estos sistemas es para que sean utilizados principalmente por especies de talla mediana y que sufran menor riesgo de atropellamiento (en este caso tlacuaches, mapaches, zorros, cacomixtles, etc). La construcción de los pasos inferiores, está acompañado de la siembra de frutales en sus salidas y entradas, a ambos lados de la pared que los limitan; las especies utilizadas serán zarzas, uvas o fresas silvestres, según el área porque en todo caso se utilizará genoma nativo; este tipo de arbustos serán colocados de manera aleatoria en las cercanías de los pasos y ayudaran a restablecer las rutas de movimiento. En este caso se deberán colocar 9 plantas a cada lado del paso, es decir 18 plantas por obra. Estos arbustos deberán tener una altura mínima de 60 cm y estarán sometidos a una fase de mantenimiento cada 80 días, en el que se recortará y abonará, esta actividad se realizara por un periodo de 18 meses.

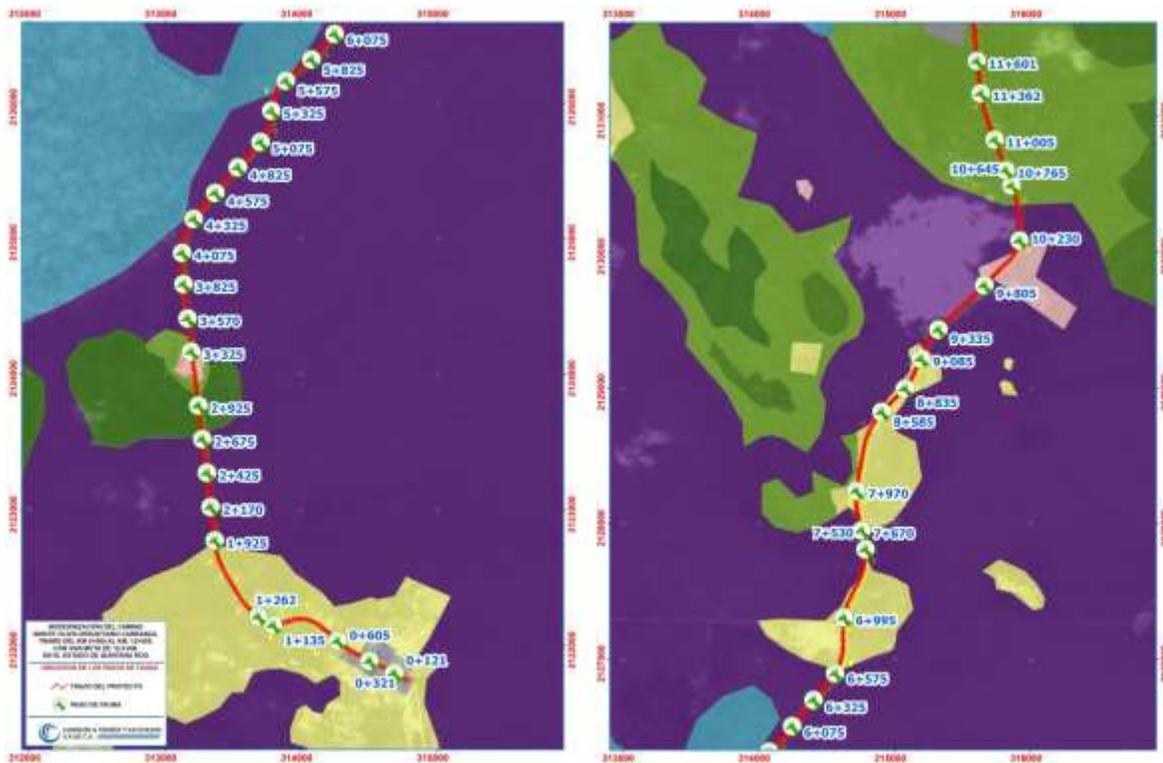


Figura VI.14. Ubicación de las obras de drenaje modificadas para que funjan como pasos de fauna; esto de acuerdo a los registros y escurrimientos intermitentes identificados para el proyecto.

La adecuación de estos sistemas incluirá un área donde se canalice el agua, esto con la finalidad de los animales puedan cruzar fácilmente (Figura VI.15), esta estructura (canal de drenaje) será colocado sobre el ancho de la losa y tendrá una dimensión de 0.80 m de ancho³ por 0.60 m de alto y estará limitado por una barrera de rocas, al extremo se colocará un paso seco para la fauna, este será construido a partir de las rocas y tierra que

³ La generación de un sistema tan ancho, es por la gran cantidad de lluvia que discurre en la zona, de acuerdo a datos meteorológicos para le región la fluctuación del rango de lluvias es de 500 a 2500 mm.

procedan del despalme, será compactado y limitado por una barrera de rocas, sobre la capa de tierra se colocará vegetación herbácea y se dispondrán algunas rocas, esto ayudará a evitar la erosión ya sea hídrica o eólica de la zona.



Figura VI.15. Pasó inferior para fauna silvestre, a través de la sustitución de tubos de concreto por losas, estas estructuras son utilizadas por una gran variedad de animales, y se ven atraídas a ellas por la amplitud y gran cantidad de luz natural que estas proveen. En los gráficos se pueden observar el sistema de drenaje y la adecuación del paso seco.

Programa de Monitoreo de la MP 5

Algunos autores (Muller, 1966; Puglisi et al., 1974; Reed et al 1974 a; Ward et al., 1976; Ludwig y Bremicker, 1982; Ueckermann, 1984 y 1985; Bashore et al 1985; Skolving, 1985; Tunkkari, 1985; Feldhamer et al., 1986; entre otros) han demostrado la eficiencia de este tipo de estructuras para mitigar el efecto barrera que deriva de la construcción de carreteras, en este sentido han realizado monitoreos por periodos prolongados en sitios donde la presencia de carreteras han fragmentado a gran escala los ecosistemas (como las autovías presentes en Suecia, España, Dinamarca y Estados Unidos), obteniendo buenos resultados al observar la reducción y en su caso la nula presencia de especies atropelladas. Para realizar el monitoreo de los pasos de fauna se instalaran 10 estaciones de fototrampeo (en las entradas y salidas de los pasos de fauna indicados), los cuales serán colocadas de tal forma que sea capaz enfocar la estructura completa. El periodo de

actividad de las estaciones será de 18 meses a partir de que entre en operaciones el trazo modernizado. Se registrará la ubicación de cada una de las trampas con un GPS y estarán programadas para trabajar 24 horas al día, con intervalos de eventos de 2 minutos. Las cámaras estarán programadas para que impriman la hora y fecha en cada fotografía. Para realizar este monitoreo se propone la utilización de cámara Deer Cam DC200 formato 35mm o similar. Para hacer más eficiente este monitoreo se requiere la limpieza de los sitios. Esta consistirá en la eliminación de hierbas y basura, este proceso se realizará cada 30 días (durante 18 meses), y estará supervisado por el encargado del monitoreo. Tanto la limpieza como la recopilación de la información (consiste en la obtención y cambio del rollo, cambio de pilas y aseguramiento de la cámara) no tardará más de 20 minutos por sitio, se procurará no dejar basura en el sitio, ni realizar necesidades fisiológicas en la zona.

Integración y análisis de precios unitarios

Se presenta un desglose de los costos considerados para llevar a cabo esta propuesta de pasos de fauna, al final se incluye el total (Tabla VI.7).

Tabla VI.7. Precios unitarios para llevar a cabo MP5.

Concepto	Cantidad / días	Costo por unidad	Total
Deer Cam DC200 formato 35 mm o similar para monitoreo de pasos de fauna	15	\$6,500.00	\$97,500.00
Expertos en monitoreo de fauna a través de técnicas de Fototrampeo	18	\$39,000.00	\$702,000.00
Memoria USB de 32 Gb para cámaras trampa	45	\$750.00	\$33,750.00
Elaboración de bitácoras e informes técnicos, incluye depreciación de equipo de cómputo y enseres de oficina	18	\$9,500.00	\$171,000.00
Baterías para cámaras	2	\$95,000.00	\$190,000.00
Vehículo y Combustible (incluye depreciación al 5%)	18	\$6,500.00	\$117,000.00
Indirectos	18	\$15,500.00	\$279,000.00
Total costos de la ejecución de la MP 5			\$1,590,250.00

Medida de Compensación 1: Restauración Ambiental.

Impacto que previene: Esta medida esta encamina a compensar la afectación generada por las actividades modernización (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y mejoramiento de la terracería, mismas que involucran el impacto sobre una

superficie de 8.04 Ha; de estas 2.96 Ha corresponden a vegetación forestal y el resto corresponde a vegetación no forestal; donde se desmontaran un total de 1,758 ejemplares arbóreos pertenecientes a 11 especies y 6 familias. De acuerdo a los datos tomados en campo, la altura promedio de los ejemplares arbóreos oscila entre 2.60 m y 7.42 m; con diámetros variables⁴. Las actividades de desmonte solo se realizarán en las superficies presentes entre los Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000. Adicionalmente se estima la pérdida así como la aparición de efecto borde; afectando de manera directa a 35 especies de fauna que se distribuyen de manera potencial en los predios contiguos a donde se ejecutara el proyecto.

Etapas de ejecución: Esta medida se ejecutará en el segundo temporal de lluvias después de haber sido iniciado los procesos de modernización y mejoramiento de la terracería, sin embargo será necesario que el promovente inicie con las gestiones correspondientes (entre el mes 6 y el mes 9 antes) para la búsqueda y adquisición/renta del área donde se ejecutarán dichos trabajos. Para la mano de obra será requerido que el promovente contrate una empresa con la capacidad técnica para la ejecución de dichos trabajos. Durante la ejecución de esta medida se promoverá el empleo temporal entre los habitantes de la región.

Propuesta técnica: La recuperación de ambientes degradados es una preocupación en nuestros días, la acelerada destrucción de los recursos naturales ha provocado grandes alteraciones en los procesos ecológicos. No obstante, desde hace mucho tiempo, el tema de restauración ecológica ha sido polémico, sobre todo por las implicaciones que el término restauración tiene. Algunos autores consideran que es imposible regresar a las condiciones originales un ecosistema que ha sido alterado, sin embargo es preciso tomar acciones que reviertan de alguna forma los daños ocasionados al ambiente por las actividades humanas. De tal manera que en la actualidad, la restauración ecológica resulta ser un elemento clave en la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad.

La Selva Baja Caducifolia inundable y la Selva mediana Subperennifolia presente en el SAR se caracterizan por ecosistemas de amplia distribución hacia la región Suroeste del Estado de Quintana Roo, en ambos destaca la gran diversidad de especies forestales útiles, las cuales han sido tradicionalmente aprovechadas con fines de subsistencia, como leña, postes para cercos y construcción, forrajes, frutos comestibles, plantas medicinales, etc. Estos ecosistemas han sido además fuertemente alterados debido al cambio de uso del suelo, principalmente para asentamientos humanos y establecimiento de cultivos agrícolas, además de la ocurrencia de desmontes e incendios, los cuales inciden en la erosión de los suelos.

Derivado de lo anterior y debido a que el proyecto de Modernización y Mejoramiento se ubica dentro de la Zona de Influencia y dentro de la Subzona de conservación de la ANP “APFyF Balam Ka’ax” el promovente deberá gestionar ante la Dirección de esta ANP la ubicación de los sitios idóneos para la ejecución del programa de restauración, debido a que el PM de la ANP “APFyF Balam Ka’ax” limita la ejecución de dichas actividades.

Objetivos: Esta medida consiste en la ejecución de actividades concernientes a la propagación y siembra para la producción de un total de 3,600 individuos arbóreos

⁴ El promedio del diámetro de los árboles evaluados es de 17 cm, y su altura 7.42 m.

pertenecientes a 6 especies de la región, esto con la finalidad de poder ejecutar actividades de **restauración en una superficie de 11.61 Ha dentro del SAR**. Para ello el promovente establecerá un vivero rustico en el que se propagaran las especies arbóreas producto de la colecta del germoplasma (MM1).

✓ Objetivo general

Ejecutar la siembra de más de 13,992 ejemplares arbóreos (más el 50% adicional en caso de muerte para los próximos 3 años) para la restauración de sitios alterados, dentro del SAR.

✓ Objetivos específicos

1. Contribuir en la rehabilitación de áreas degradadas dentro SAR mediante la propagación de especies nativas.
2. Contribuir en la generación de hábitat de especies faunísticas.
3. Contribuir a la formación de corredores biológicos.

Para ello, esta medida comprende de la ejecución de diferentes actividades, de acuerdo a las condiciones ambientales del sitio a tratar, a continuación se describe cada uno de los procesos a los cuales se tendrá que recurrir para alcanzar los objetivos marcados para alcanzar una sobrevivencia del 80%.

1) Instalación de vivero

El vivero forestal donde se producirá la planta será ubicado en la localidad de Venustiano Carranza, municipio de José María Morelos, mismo que estará acondicionado con un área de almacenamiento de equipos y materiales, área de producción y empackado.



Figura VI.16. Instalación de vivero rustico para la ejecución de medida de compensación

Se seleccionó esta localidad debido a que cuenta con la infraestructura necesaria para poder realizar la propagación del arbolado, además de que la comunidad cuenta con población que pueden apoyar en los trabajos de propagación y mantenimiento de la planta. El vivero esta conformado de la siguiente forma:

✓ *Área principal de operaciones*

Consiste en el área de trabajo durante la siembra o empacado, el almacenamiento, la protección de equipo y la zona de reparación. El tamaño y diseño interior del área central de operaciones tendrá una superficie aproximada de 3,000 m². Este lugar es de fácil acceso y manejo de materiales y trabajadores.

✓ *Almacenamiento de planta*

El vivero también contará con un espacio con sombra que servirá como una casa de sombra o almacén de plantas listas para su trasplante. Este espacio ayudara a disminuir la temperatura con respecto a la que se tendría bajo la luz directa del sol. Durante el tiempo de almacenamiento, la planta recibirá riego y protección.

✓ *Contenedores*

En viveros rústicos, los tipos de contenedores utilizados con mayor frecuencia, son los que se sacan o eliminan antes de que la planta sea trasplantada en campo. Las características de los contenedores, están diseñadas para lograr un buen desarrollo de las raíces de las plantas que aseguren la sobrevivencia y el crecimiento posterior en las plantaciones, regenerando con rapidez nuevas raíces. Esto se conoce como potencial de crecimiento radical o PCR.



Figura VI.17. Mesas de preparación, contenedores y área de almacenaje después de la producción.

✓ *Fertilizantes*

La aplicación de fertilizantes, abonos o compostas es importante para satisfacer las necesidades de nutrientes. Sin embargo, si se utiliza “tierra de monte o de bosque” de

regiones templadas, no es necesaria la fertilización ya que tiene todos los nutrimentos necesarios para el desarrollo y crecimiento de las plantas. En contraparte, cerca del 43% de los suelos del trópico presentan problemas de deficiencias de nutrimentos para las plantas y toxicidad de elementos (Salas, 2005). Por ello en zonas tropicales es necesario complementar los suelos con fertilizantes, abonos o compostas. Otra técnica utilizada para enriquecer el sustrato es el uso de micorrizas (asociación de hongos y las raíces de las plantas) que permite la fijación de nitrógeno y ayuda al crecimiento de las plantas.

✓ *Sanidad del vivero*

El manejo en el vivero debe de estar enfocado a proporcionar las mejores condiciones para el estado fisiológico y morfológico óptimo de las plántulas y plantas a propagar. Por lo tanto, es necesario un buen control sanitario para evitar plagas y enfermedades. Lograr la obtención de plantas sanas depende del conocimiento y entendimiento de diversos factores: las características y necesidades de la especie forestal involucrada, tipo de sustrato y condiciones ambientales principalmente. Esto permite deducir la posible problemática y la implementación de la mejor estrategia que incluya tanto medidas preventivas como de erradicación de las plagas y enfermedades (Bainbridge, 1995). Los factores que pueden causar enfermedades en las plantas son biológicos y ambientales. Los factores biológicos incluyen a los hongos, las bacterias, los virus y los animales. Todos ellos pueden constituirse en agentes patógenos o en plagas y tienen el potencial de causar daños a grandes escalas, causando la pérdida total de la producción en vivero. Generalmente las plagas provocan la reducción de crecimiento debido a competencia por agua, luz o nutrientes minerales. Los factores ambientales que causan enfermedad, incluyen las deficiencias de nutrientes minerales, las alteraciones químicas de las plantas y los daños provocados por el clima y daños químicos (Landis, et al., 1994). Las medidas de control sanitario más comunes incluyen la limpieza del sustrato, las semillas y las herramientas de trabajo. El sustrato es una de las principales fuentes de transmisión de enfermedades en el vivero. La desinfección del sustrato se realiza mediante tratamientos físicos o químicos que eliminan a los microorganismos nocivos (Landis, et al., 1994). Los métodos más utilizados son el vapor y los fumigantes de amplio espectro. La adecuación de las camas de germinación requiere de la ejecución de actividades de escarificación, delimitación del sitio y colocación de sustrato.

2) Propagación de las semillas

✓ Producción de plantas

Es relevante mencionar que durante esta etapa se trabajara con pobladores de la comunidad de Venustiano Carranza y/o la comunidad e Monte Olivo, sin embargo también se puede extender las vacante a las comunidades cercanas; esto con la finalidad de reducir gastos en transportación para los trabajadores así como gastos indirectos para la empresa que ejecute dichos trabajos; para ello se estima la contratación de un total de 12 personas, de estas 4 estarán encargadas de la selección, separación, tratamientos pre germinativos, riego, deshierbe y manejo de plantas producidas.

✓ **Tratamientos pregerminativos**

Las semillas de algunas especies poseen una cubierta dura y cutinizada que impide totalmente la imbibición de agua y a veces también el intercambio de gases. Sin imbibición e intercambios de gases son imposibles la renovación del crecimiento embrionario y la germinación⁵. Esta latencia física de la cubierta se da sobre todo en especies de la selva y/o en climas de alternancia de estaciones secas y húmedas. Los tratamientos previos para romper la latencia física de la cubierta tienen la finalidad de ablandar, perforar, rasgar o abrir la cubierta para hacerla permeable, sin dañar el embrión ni el endosperma que están en su interior.



Figura VI.18. Limpieza y Selección de semillas para producción (imágenes de archivo, 2015).

Debemos señalar que en el trópico, las semillas presentan tipos de germinación intermedios (germinación epigea y germinación hipogea). En algunos casos los cotiledones son expuestos y fotosintéticos pero permanecen al nivel del suelo. En otros se elevan sobre el suelo, pero permanecen plegados dentro de la cubierta de las semillas.

⁵ La germinación de las semillas comprende tres etapas sucesivas que se superponen parcialmente (Vázquez Yanes, et al., 1997): 1) la absorción de agua por imbibición, causando su hinchamiento y la ruptura final de la testa, 2) inicio de la actividad enzimática y del metabolismo respiratorio, translocación y asimilación de reservas alimenticias en zonas en desarrollo del embrión y 3) el crecimiento y la división celular que provoca la emergencia de la radícula y posteriormente de la plántula. En la mayoría de las semillas, el agua penetra inicialmente por el micrópilo y la primera manifestación de la germinación exitosa es la emergencia de la radícula. A su vez, existen varias etapas de desarrollo de la plántula, cuyas características varían dependiendo del tipo de germinación que presenta cada especie. Hay básicamente dos tipos de germinación, que a veces presentan algunas variantes. La germinación epigea y la hipogea. En la germinación epigea, el hipocótilo se alarga y aleja a los cotiledones del suelo. En tanto, en la germinación hipogea el hipocótilo no se desarrolla y los cotiledones permanecen bajo el suelo o ligeramente sobre éste (Vázquez Yanes, et al., 1997). En este caso, las hojas cotiledonarias tienen sólo una función almacenadora de nutrientes; en tanto en la germinación epigea, dichas hojas tienen con frecuencia color verde y realizan funciones fotosintéticas durante el crecimiento temprano de la plántula. La testa de la semilla permanece cubriendo los cotiledones en caso de la germinación hipogea, mientras en la epigea se desprende, lo cual permite la expansión de las hojas cotiledonarias (Napier, 1985 y Vázquez Yanes, et al., 1997).

Las semillas con alto contenido de humedad, como las de los bosques tropicales, tienden a germinar casi de inmediato cuando las condiciones de humedad son adecuadas. En condiciones de ambientes controlados, las semillas suponen una mayor germinación. Dichos ambientes son temperatura, luz, humedad, sustrato. El proceso consiste en colocarlos en cámaras de germinación, equipos eléctricos programables de temperatura y luz. Estos factores varían dependiendo de la especie con la que se esté trabajando. En la naturaleza, existen tratamientos que propician la germinación de las semillas. Puede tratarse de algún tipo de hormona vegetal presente en la naturaleza o simplemente pasar por el tracto digestivo de algún animal, para romper esa latencia. En viveros, al no haber tales condiciones, es necesario ayudar a las semillas de alguna manera (Vázquez Yanes, et al., 1997). La escarificación es una herramienta muy útil para esto. Consiste en aplicar cualquier proceso de romper, rayar, alterar mecánicamente o ablandar las cubiertas de las semillas para permearlas al agua y a los gases (Hartman y Kester, 1990) y con la finalidad de propiciar su germinación.

Para realizar la escarificación se procederá a la implementación de distintos métodos; el primero refiere al secado del fruto y la separación de semillas, las cuales serán expuestas al sol por un periodo de 5 días; posteriormente serán sometidas a un proceso de “remojo” en el que las semillas serán colocadas en baldes con agua durante un periodo de 5 días. Aquellas semillas que estén flotando al segundo día, serán desechadas. También se utilizara la escarificación mecánica y consistirá en rayar la semilla y posteriormente sumergirla en agua durante un periodo de 2 días. En la siguiente tabla se presenta los procedimientos de escarificación para cada una de las especies, los tiempos y porcentajes de germinación.

Tabla VI.8. Referencia de germinación de las especies que serán propagadas.

Especie	Nombre común	Escarificación	Días en Germinar	% de germinación	Cantidad de semilla requerida
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	La germinación varía entre 40 y 50 % en semillas frescas. Esto se mejora con un tratamiento pregerminativo de inmersión en ácido sulfúrico concentrado por 15 minutos, lo cual aumenta la germinación hasta un 90 %.	15 días	70% al 80%	10 Kg
<i>Bursera simaruba</i>	Chach	No requiere	10 - 15 días	85% - 97%	10 Kg
<i>Swietenia macrophylla</i>	Kanak - che	No disponible	40 días	40% - 70%	5 Kg
<i>Cecropia peltata</i>	Koochle	Exposicion a Luz roja	30 días	90%	7 Kg
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin	Sin dato	Sin dato	85%	5 Kg
<i>Lonchocarpus</i>	Balche	Asolear la semilla	30 días	70%	2 Kg

Espece	Nombre común	Escarificación	Días en Germinar	% de germinación	Cantidad de semilla requerida
<i>castilloi</i>					
<i>Metopium brownei</i>	Kabal - chechen	No disponible	45 días	75%	8 Kg

✓ Evaluación del proceso germinativo

El objetivo fundamental de todo análisis de germinación consiste en evaluar la capacidad germinativa de las semillas. Para esto, tres aspectos fundamentales deben considerarse, pues en caso de no aplicarlos, se afecta la planeación del vivero. En primer lugar, la irregularidad de la germinación ocasiona plantas con tamaños distintos, lo cual afecta también el éxito del trasplante. En segundo lugar porque se requieren largos periodos para lograr la germinación, lo cual incrementa los costos de producción. (Arriaga et al., 1994) para ello se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- 1) Capacidad de germinación: número de semillas que germinan bajo condiciones definidas (con un tratamiento específico por ejemplo). Puede expresarse en porcentaje (%) o en números absolutos.
- 2) Velocidad de germinación: como su nombre lo dice, evalúa la rapidez o tasa con que el proceso germinativo ocurre bajo un tratamiento dado.
- 3) Homogeneidad de germinación: señala qué tan sincrónica se presenta la germinación. Los resultados que se obtienen en cada uno de estos índices permiten evaluar no sólo la viabilidad del lote de semillas, sino también la efectividad del tratamiento pre germinativo y el vigor de las semillas.

Aunque se recomienda que estas evaluaciones se realicen en condiciones controladas de laboratorio, creemos que conviene realizarlas también en vivero. Sobre todo, al considerar que generalmente los resultados obtenidos en laboratorio rara vez son igualados por los de campo. Idealmente se debería contar con ambos. Aunado a que en nuestro país hay pocos laboratorios que se dediquen a realizar este tipo de pruebas y en especial que van a ser utilizadas en la reforestación (Arriaga et al., 1994). Para ejecución de las pruebas de proceso germinativo se realizaran los siguientes pasos:

- 1) Hacer un almácigo con divisiones claras (compartimientos), para evitar que las semillas a sembrar (especies, tiempos de almacenamientos, tratamientos, y/o localidades distintas) se revuelvan.
- 2) Humedecerlo perfectamente.
- 3) Sembrar las semillas en el almácigo (previamente tratadas con el tratamiento pregerminativo elegido) considerando no menos de 100 semillas por tratamiento (ISTA, 2003). En caso de contar con un buen número de semillas, probar 200, considerando la importancia de aplicar testigos (semillas sin tratamiento) y réplicas.
- 4) Anotar la fecha, día y mes, de la siembra.
- 5) Regar diariamente el almácigo y revisar que no presente hongos, insectos, basura.
- 6) Una vez iniciada la germinación anotar la fecha diariamente y el número de semillas germinadas, hasta la última, o bien esperar de 1 a 3 meses, dependiendo

el número de semillas germinadas, para conocer la germinación diaria a través del tiempo.

- 7) Contar los días transcurridos desde el día de la siembra, hasta que la germinación inicie. A esto se le conoce como Tiempo de Latencia (TL). Permite conocer la efectividad del tratamiento para romper la latencia de las semillas. Además presenta grandes ventajas, cuando se comparan diferentes tratamientos sobre lotes de semillas de la misma especie.
- 8) Sumar el número de semillas germinadas y contadas diariamente. Transformar dicha relación a porcentaje (%) para obtener la capacidad de germinación (CG%). La relación se hace de la siguiente forma:

$$n * 100$$

El análisis se considerara aceptable cuando presenta valores por arriba del 60%. Cuando la germinación esté por debajo de dicho valor se sugiere buscar otro tipo de tratamiento pre germinativo. Entre el análisis del proceso que debemos seguir se encuentra:

- 1) Contar los días requeridos para obtener el mayor número de semillas germinadas. A partir del primer día en que se inicia la germinación, ayuda a conocer el tiempo necesario para alcanzar el máximo porcentaje de germinación (tiempo para alcanzar la Capacidad Germinativa (TCG)). Este índice permite inferir el vigor de las semillas, pues se reconoce que la mayoría de las germinadas después de este día no logran establecerse.
- 2) Graficar todos estos índices para estimar el éxito de la germinación a través del tiempo.
- 3) Los resultados obtenidos en esta forma y su graficación permiten inferir la eficacia del tratamiento pre germinativo; el tiempo en que las semillas deben sembrarse; el número de semillas que deben sembrarse para lograr el número de plantas deseado; el tiempo de espera para decidir si es necesario resembrar, la uniformidad en edad y talla de las plantas.

Una vez conocida la germinación óptima de las semillas en vivero, se alcanzan las condiciones para iniciar la propagación masiva de las especies de interés (Arriaga et al., 1994).

✓ Sistemas de germinación en vivero

Existen dos maneras de realizar la germinación en viveros (Napier,1985): 1) siembra directa en bancales o en envases de crecimiento y 2) siembra en semilleros (almácigos). Para seleccionar el sistema deben tomarse en cuenta algunas consideraciones básicas, en relación a las diferencias existentes entre ambas opciones. Por ejemplo, la siembra en cajas de germinación permite hacerlo a densidades altas, logrando reducir al mínimo el área del vivero dedicado al proceso de germinación. La germinación es mayor con este sistema, además que el trasplante posterior de las plántulas asegura su máximo aprovechamiento. Aunque el trasplante involucra la manipulación de plántulas, la exposición de sus raíces, y además provoca mortandad alta; es recomendable en viveros rústicos. Además, en casos donde no existe información sobre la vialidad de la semilla, resulta más económico sembrar y trasplantar, evitando así pérdidas tanto de semillas como de plántulas. Por otra parte, a pesar de que el método de siembra directa es menos

complicado y más barato, resulta en pérdida de semillas a causa de los raleos y también en espacio no utilizado donde hay precisamente mortandad de plantas.

✓ Camas de germinación o semilleros

La siembra de semillas en camas de germinación o semilleros, es la más comúnmente empleada en viveros rústicos. Esta técnica requiere el control muy cuidadoso del sustrato con el que se van a llenar. En el semillero, las condiciones ambientales son muy propicias para el desarrollo de hongos causantes del “mal del semillero”. Se recomienda esterilizar el sustrato con algún químico o calor para prevenir su desarrollo, principalmente en zonas húmedas con temperaturas altas (Napier, 1985).



Figura VI.19. Proceso de Siembra de semilla en camas de producción (JARU-2016).

Durante la propagación, serán utilizadas charolas de plástico o poliestireno fabricadas específicamente para germinación. Generalmente van de acuerdo al tamaño de la planta y a tiempo de estancia. Algunas cuentan con 240, 120, 60 o 30 cavidades o espacios e incluyen una tapa para conservar la humedad y el calor de la semilla, acelerando la germinación y evitando posibles contaminaciones (Padilla, 1983). La elección del semillero (almácigo) depende de varios factores, entre los que se encuentra la cantidad que hay que sembrar (varios millares de semillas o solamente algunas), así como la dimensión de las semillas y el plazo entre cosecha y trasplante, etc. Una regla generalmente admitida predica que a semillas grandes, volúmenes disponibles grandes (Landis et al., 1984).



Figura VI.20. Trasplante de plántulas a mesas porta charolas con 84 contenedores y con volumen promedio de 80.00 ml (JARU-2015).

c) *Ejecución de las actividades de reforestación*

Derivado del estado de conservación que guarda el sistema ambiental, el promovente solicitará a la Dirección de la ANP “APFyF Balam Ka'ax” la asignación de los sitios para la ejecución del programa de restauración ambiental en una superficie de 8.88 Ha (mismas que incluyen una compensación de 3:1 por el desmonte de 2.96 Ha), debido que el PM de la ANP limita la ejecución de dichas actividades dentro de la Subzona de Preservación. Así pues, esta dirección (Dirección de la ANP “APFyF Balam Ka'ax”) deberá revisar y en su defeto autorizar la propuesta de especies sujetas a propagar dentro de la ANP y zona de influencia y/o en su caso acordar con la promovente en un término no mayor a 180 días las especies que serán utilizadas en las actividades de restauración.

En caso de autorizar el listado de las especies presentados en la tabla anterior, se procederá a la ejecución de la rehabilitación de los sitios en desuso que corresponden a los Km 0+800 al Km 1+000, del Km 1+800 al Km 2+100, del Km 2+120 al Km 2+400, del Km 2+460 al Km 2+980, del Km 7+211 al Km 7+760, del Km 7+780 al Km 8+020, del Km 8+060 al Km 8+320, del Km 8+440 al Km 8+520 y del Km 8+580 al Km 10+300, estos sitios se encuentran fuera del área la Subzona de Preservación de la ANP pero dentro de la zona de influencia (misma que no cuenta con estrategias que limiten el uso de estas áreas) por lo que la autorización del uso de estas especies está a cargo de la dirección de la ANP “APFyF Balam Ka'ax”.

Una vez acordado con la Dirección de la ANP “APFyF Balam Ka'ax” el listado de las especies y los sitios donde se ejecutaran los trabajos de restauración, la promovente deberá generar el programa correspondiente para la ejecución del programa de restauración el cual incluirá una superficie de 8.88 Ha (lo que corresponde a una compensación de 3:1 de la zona desmontada por acciones de ampliación y rectificación del proyecto) y los procesos para la siembra del arbolado en las zonas de desuso.

Medida de Mitigación 1: Programa de recolección de germoplasma.

Impacto que previene: esta medida está encaminada a la obtención de germoplasma por pérdida de la cobertura vegetal durante los procesos de construcción de la obra, donde se afectaran a un total de 48 ejemplares arbóreos pertenecientes a 11 especies.

Con la ejecución de esta medida, se promoverá la propagación de arbolado para la ejecución de la MC1, misma que fue descrita en párrafos anteriores.

Etapas de ejecución: Los trabajos de recolección de germoplasma iniciaran antes de la ejecución de las actividades de desmonte y despalme, debido a que se recorrerá el trazo sujeto a modernización y se buscara en los ejemplares que serán derribados frutos para la obtención de semillas. En caso de que los ejemplares sujetos a derribo no presenten frutos y/o semillas viables para propagación, se deberán desplegar las brigadas al interior del SAR en busca de los frutos necesarios para cubrir los requerimientos de producción indicados en la MC 1.

Descripción de la Medida de Mitigación: en los siguientes párrafos se presentan los procedimientos que se deberán ejecutar para el cumplimiento de la presente Medida de Mitigación:

a) Trabajos previos a las actividades de reforestación

Las actividades de compensación ambiental para el sitio que sera definido por la Dirección de la ANP “APFyF Balam Ka'ax” en la MC 1 se realizaran mediante la propagación de alrededor de 13,992 ejemplares arbóreos nativos (más los individuos necesarios para alcanzar una sobrevivencia del 80% durante los próximos 3 años después de haber sido ejecutada la actividad); para poder lograrlo será necesaria la colecta del germoplasma para la propagación en vivero de las especies autorizadas por la Dirección de la ANP “APFyF Balam Ka'ax”. Posterior a la colecta de germoplasma se propagarán las semillas, primeramente en almácigos, para posteriormente ser trasplantados a semilleros portátiles con dimensiones de fácil manejo.

b) Colecta de germoplasma

La colecta de semilla es el primer paso a seguir en los procesos para la ejecución de la Medida de Compensación 1. Consiste en la recolección de semillas o sus contenedores: los frutos, las piñas o gálbulos con el fin de reproducirlas posteriormente en el vivero, bien mediante siembra directa o mediante su cultivo en vivero para producir plantas forestales aptas para ser reintroducidas en los montes (Molina, 2001). El objetivo de la colecta, es contar con suficientes semillas para su reproducción y obtener una abundante cosecha dentro de un corto tiempo, recolectando semillas maduras pero que los frutos no se hayan caído o abierto. Los frutos grande indehiscentes o carnosos pueden ser colectados del suelo, su colecta puede ser rápida para evitar pérdidas al ser comidas por los animales, dañados por hongos o por germinación prematura (INIFAP, 1994). En el proceso de reforestación, generalmente la semilla es el principal insumo para la producción de planta (INIFAP, 2009); para su abastecimiento se recurrirá a recolectar en áreas naturales próxima a las zonas de reforestación. Se elegirán individuos sanos, bien conformados, libres de plagas y plantas parásitas como el muérdago; evitar los arboles muy viejos, enfermos y decadentes. La cantidad necesaria para una producción proyectada de plantas es posible estimarla de acuerdo a la calidad de la semilla, a los porcentajes de viabilidad y germinación y, a las pérdidas durante la viverización (Arnold, 1996):

$$S = \frac{Np}{(Ns * Pv * Pg * Ps)}$$

Dónde:

S = Cantidad de semillas necesaria para cubrir la producción de plantas (Kg)

Np = Número de plantas a producir

Ns = Numero de semillas por kg

Pv = Porcentaje de viabilidad (valor decimal)

Pg = Porcentaje de germinación (valor decimal)

Ps = Porcentaje de sobrevivencia en vivero (valor decimal)

El valor de sobrevivencia en vivero se calcula:

Ps = (1 – Pp)



Figura VI.21. Estimación de las semillas requeridas por especie (JARU-2015).

✓ Método de recolección

De acuerdo a la disponibilidad de herramientas y materiales en la localidad, se procederá a la recolección de los frutos de las diferentes especies. Las vainas o frutos maduros de algunas especies serán colectadas de manera manual directamente del árbol o bien se recogerán del suelo. La cosecha manual de frutos se realizara en algunos casos cuando el porte de los árboles lo permitía y que estos estuviesen accesibles; una ventaja de arrancar los frutos directamente de los árboles, es que se tiene la seguridad de que las semillas cosechadas vienen de un árbol conocido. Para los árboles altos o ramas a las que no se pueda acceder, se empleara una pértiga o vara larga para golpear o sacudir las ramas para que los frutos se desprendan con facilidad. Posteriormente, los frutos caídos por esta maniobra o aquéllos que hayan caído de manera natural el día anterior, se

recogerán utilizando un rastrillo o araña de jardín. Para esta actividad⁶, también se utilizara un plástico debajo de la copa de los árboles, de esta forma, la mayoría de los frutos precipitaran sobre el plástico.



Figura VI.22. Actividades de colecta de germoplasma (JARU-2015).

Los frutos recogidos se juntaran en un balde o cubeta, después se vaciaban en los costales para llevarse al área destinada para su beneficio. Entre las actividades previas que se deberán realizar para la obtención de las semillas tenemos:

a) Planificación

El primer paso para una colecta exitosa es realizar un plan con objetivos calendarizados. En esta fase del proceso se incluye la selección de árboles semilleros, equipo de colecta, personal especializado, materiales para el transporte, vehículos y tiempo requerido (Alba, 1993). Los programas de colecta de semillas operan con presupuestos y calendarios de al menos un año de anticipación. Resulta fundamental realizar los recorridos de reconocimiento con anticipación a la colecta. Normalmente, los árboles presentan variaciones anuales en la producción de semillas, por tanto, es necesario realizar estimaciones para la cosecha. Las actividades de recolección pueden ser caras, ya que implican el costo de transporte de los recolectores, los frutos y la cosecha de cada árbol.

⁶ La calidad de la semilla implica el conocimiento preciso de las fuentes parentales, y el conocimiento de las características de las especies. Para asegurar la calidad de la producción es necesario coleccionar de varios árboles, la obtención de semilla de un solo individuo resulta en una sobrevivencia baja y/o árboles de mala calidad. La semilla se colecciona de frutos maduros de 15 a 25 árboles separados 100m entre ellos. Esto asegura la diversidad genética de la especie, su adecuada representación y reduce la posibilidad de que los árboles solo estén adaptados al sitio de colecta (Napier, 1985). En muchos viveros forestales la fuente principal de semillas son recolecciones locales. Así, las colectas deben planearse de acuerdo a los ciclos de reproducción de la especie y a las variaciones ambientales. Las características más importantes para colectas consecutivas son: la edad del árbol o especie para producir semillas, la floración y la dispersión de frutos (Arriaga, et al., 1994). La cantidad ideal de semillas para realizar pruebas de germinación es de 400-1000 por especie (ISTA, 2003).

Por lo que resulta más económico colectar solamente en años semilleros, es decir, cuando el árbol rinde más frutos y los frutos tienen más semillas (Zobel y Talbert, 1988).

b) Época de cosecha

El periodo de cosecha o colecta de las semillas es marcado por la madurez de la semilla (Niembro, 1988). Al conocer el grado de madurez de la semilla, es posible cosechar los frutos inmediatamente y aún antes de su caída natural. Se considera que la madurez se alcanza en el momento en que los agentes naturales empiezan a causar la dispersión de semillas y el color del fruto cambia (Alba, 1993). La madurez también ocurre cuando la semilla alcanza su peso máximo o madurez fisiológica y significa que ya no depende de la planta madre (Niembro, 1988). Un período de colecta adecuado permite la obtención de semillas de mejor calidad. Las semillas completamente maduras tienen la más alta viabilidad y buenas reservas (FAO-DANIDA, 1985). Es importante considerar que para cada sitio y cada especie el tiempo de madurez es diferente. No siempre los frutos de un mismo árbol alcanzan su madurez en el mismo período, por lo que existen frutos maduros e inmaduros simultáneamente. Por ello, es casi imposible evitar colectar al menos un 1% de frutos inmaduros. En algunas especies, los frutos maduros son retenidos en el árbol por 1 ó 2 años y por lo tanto se recolectan en cualquier época (Alba, 1993). Es recomendable, preguntar a los habitantes del lugar, sobre la maduración de los frutos y corroborarlo con recorridos de campo. De acuerdo a la bibliografía, los periodos de producción de semilla de las especies sujetas a propagar son los siguientes:

Tabla VI.9. Periodos de producción de Semilla de las distintas especies que serán sujetas a recolección de germoplasma para la ejecución de la MC 1.

Especie	Primer Año						Segundo Año									
	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Recolección de semillas																
<i>Lysiloma latisiliquum</i>																
<i>Bursera simaruba</i>																
<i>Swietenia macrophylla</i>																
<i>Cecropia peltata</i>																
<i>Piscidia piscipula</i>																
<i>Lonchocarpus castilloi</i>																
<i>Metopium brownei</i>																

c) Evaluación, duración de la cosecha y métodos de colecta

La evaluación de la cosecha se determina mediante los kilogramos de semilla limpia por costal. La duración de la cosecha es importante para la organización de la colecta, el transporte y el procesamiento de las semillas. Muchas especies muestran una fructificación menor a un mes, por lo que las actividades se deben planear para este periodo (Alba, 1993). La temperatura y la humedad son determinantes para la maduración, a mayor temperatura y humedad, la maduración es más rápida y viceversa.

d) Acceso al árbol y sus frutos

La mejor forma de recolección de los frutos es obteniéndolos directamente del árbol. Generalmente los frutos caídos presentan algunas enfermedades o semillas improductivas por depredación de insectos (Alba, 1989). La recolección de los frutos implica tres pasos: 1) acceso al árbol y sus frutos, 2) cosecha de los frutos y 3) recolección de los frutos (Alba, 1989). Dependiendo de las características del árbol como: tronco, tipo de corteza, forma de la copa, tamaño, ángulo de las ramas, resistencia, densidad del follaje y altura de la copa, así como la facilidad de acceso a los frutos, se pueden usar diversas herramientas para la colecta de los frutos.

e) Cosecha de los frutos

Una vez que se ha logrado acceder al árbol, se procede a cosechar los frutos ya sea desprendiéndolos uno por uno o cortando una rama con sus frutos. Esto último no es recomendable, ya que se eliminan las cosechas futuras. El recolector debe preferir hacer el corte con las manos en caso de alcanzarlos o con la ayuda de ganchos largos si están alejados (FAO-DANIDA, 1985). Cuando los frutos o semillas son desprendibles fácilmente, es posible recolectarlos del suelo. Aunque esto no es un método apropiado, se recomienda coleccionar los frutos o semillas tan pronto como caigan, para que la calidad no sea afectada (Alba, 1993).

Tabla VI.10. Ficha de colecta de semillas.

Ficha para el registro y certificación de árboles madre y colecta de semillas										
Nombre del colector:										
Num. de control (consecutivo)						Fecha de colecta				
1. Datos Generales del árbol										
Género y especie						Fuente de germoplasma:				
Nombre común						Fruto ()Semilla ()Otro ()				
Clave ejemplar de herbario										
2. Localización										
Entidad					Municipio					
Comunidad					Predio (m2)					
Propietario					Altitud (msnm)					
Coordenadas GPS*					Coordenadas (GPS)*					
3. Suelo general										
Grado de erosión					3. Suelo relieve					
Alta ()media () baja ()nula ()					Cresta de Cerro					
Profundidad					Pendiente Fuerte					
Textura					Pendiente moderada					
Exposición (N, S, E, O)					Relieve plano sin drenaje					
Pedregosidad					Relieve de fondo de colina					
4. Vegetación natural										
Monte alto (selva) ()					4. Vegetación antropogénica					
Monte mediano (acahual maduro) ()					Cafetal () Potrero()					
Monte bajo (acahual) ()					Milpa () Solar ()					
5. Cuerpos de agua asociados al árbol										
Manantial () Arroyo () Río ()										
6. Datos árbol madre										
No. de árbol	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Altura total										
Altura del fuste										
Diámetro de la copa										
Diámetro del tronco										
Peso de frutos										
Peso de semillas										
Cantidad frutos/semillas										

Por ejemplo se puede colocar una red debajo de los árboles para la cosecha. Otra forma de colecta consiste en sacudir las ramas manualmente o con un brazo hidráulico que ejerce una vibración para obtener las semillas. Sin embargo, este sistema es costoso y la topografía de los lugares puede impedir su transportación. Una vez obtenidos los frutos es importante que se guarden por separado y se etiqueten con el número de registro del árbol en sacos. El registro debe incluir diámetro, altura y diámetro de copa, localización del árbol, fecha y lugar de colecta (Alba, 1989). Posteriormente, los frutos se trasladan al sitio de procesamiento para limpiar las semillas y eliminar el exceso de humedad.

f) Beneficio de semillas

El beneficio de las semillas consiste en extraerlas de los frutos. Este proceso se realiza dependiendo de las características de los frutos y de la sensibilidad de cada especie a la temperatura, el tiempo que ha pasado desde la colecta del fruto hasta su procesamiento y del contenido inicial de humedad de la semilla. Para la extracción de la semilla es importante secar previamente los frutos. Una forma común de secar los frutos es tenderlos al sol en lonas o piso pavimentado seco con un buen drenaje.



Figura VI.23. Proceso de limpieza y separación de semillas para su posterior almacenamiento (JARU-2015).

De esta forma, los frutos terminan su proceso de maduración y las semillas comienzan a salir (Alba, 1993). En caso de frutos completamente secos, se almacenan en sacos no muy llenos para que las semillas no se rompan y se colocan en lugares con ventilación adecuada y temperatura y humedad bajas (Alba, 1989). Con frutos maduros y carnosos, las semillas se extraen inmediatamente, separándolas de la cubierta pulposa y lavándolas con agua. Los frutos se sumergen en agua durante algunas horas para ablandarlos Las

bayas pequeñas se aplastan con un rodillo de cocina, después se remojan en agua y se remueve la pulpa por flotación (Vázquez-Yanez et al., 1997). Las alas de las semillas también deben desprenderse antes de colocarlas a germinar, ya sea a manualmente o por frotación dentro de una bolsa de tela. Finalmente, después de la obtención de las semillas, se revisan y se secan para evitar problemas de plagas y enfermedades (Napier, 1985).

g) Almacenamiento

El almacenamiento de las semillas consistirá en preservarlas para conservar su capacidad de germinación y protegerlas de roedores, pájaros e insectos. El periodo de viabilidad de las semillas almacenadas depende de: 1) factores genéticos, 2) madurez del fruto y de las semillas, 3) condiciones ambientales óptimas de almacenamiento y 4) sobrevivencia de las semillas de acuerdo a su viabilidad inicial (Schmidt, 2000; Hong y Ellis, 2003). Las semillas totalmente maduras y libres de plagas son las que se preservan por mayor tiempo. Las semillas con testa dura mantienen su viabilidad por mayor tiempo y casi en cualquier tipo de condiciones, ya que la cubierta las mantiene secas y libres de insectos. En cambio, las semillas de cubiertas delgadas están más expuestas al ambiente y a factores biológicos que reducen su viabilidad (Napier, 1985). Un buen ambiente de almacenamiento debe de controlar la temperatura y la humedad con el fin de evitar la aparición de hongos y plagas. En general, para las especies forestales el contenido de humedad debe variar entre 6% y 8%, y la temperatura de 1 a 5°C.

h) Verificación de la calidad de las semillas

La certificación de semillas consiste en verificar e inspeccionar su proceso de producción en campo, beneficio, acondicionamiento y almacenamiento; para asegurar una calidad óptima y un alto porcentaje de germinación.



Figura VI.24. Limpieza y selección de semilla para propagación en vivero (JARU-2015).

Integración y análisis de precios unitarios: Se presenta la estimación de costos por la ejecución de la MM1; se aclara que los precios están sobreestimados, para fines de financiamiento.

Tabla VI.11. Estimación de costos para la ejecución de la MM1.

Concepto	Unidad	Cant.	\$ Unit.	\$ Total
Brigada 1 (4 colectores)	Honorarios /mensuales	8	\$24,000.00	\$192,000.00
Brigada 2 (4 colectores)	Honorarios /mensuales	8	\$24,000.00	\$192,000.00
Combustible vehículos	Mes	8	\$6,500.00	\$52,000.00
Coordinador de colecta	Honorarios /mensuales	8	\$18,000.00	\$144,000.00
Indirectos extras	Mes	8	\$15,000.00	\$120,000.00
Insumos colecta	Mes	8	\$12,000.00	\$96,000.00
Insumos oficina	Mes	8	\$7,500.00	\$60,000.00
Supervisor brigada 1	Honorarios /mensuales	8	\$14,500.00	\$116,000.00
Supervisor brigada 2	Honorarios /mensuales	8	\$14,500.00	\$116,000.00
Vehículos traslado (depreciación)	Mes	8	\$3,200.00	\$25,600.00
Total de la MM1				\$1,113,600.00

Medida de Mitigación 2: Programa de rescate y reubicación de fauna.

Impacto que previene: La ejecución de esta medida reducirá los impactos directos e indirectos sobre las comunidades de fauna silvestre que se ubican en la zona donde se ejecutaran los trabajos de modernización del camino. De acuerdo a lo anterior con estas acciones se mitigaran los siguientes impactos:

- ✓ Impacto 17: Perdida de hábitat
- ✓ Impacto 18: Efecto barrera
- ✓ Impacto 19: Modificación de corredores biológicos
- ✓ Impacto 20: Riesgo de atropellamiento / Mortalidad directa e indirecta durante la construcción

Etapas de ejecución: Durante la preparación del sitio, empezar un mes antes de iniciar el retiro de los elementos arbóreos necesarios.

Los trabajos se realizarán entre los Km 0+800 al Km 1+000, del Km 1+800 al Km 2+100, del Km 2+120 al Km 2+400, del Km 2+460 al Km 2+980, del Km 7+211 al Km 7+760, del Km 7+780 al Km 8+020, del Km 8+060 al Km 8+320, del Km 8+440 al Km 8+520 y del Km 8+580 al Km 10+300 y corresponden a las zonas de rectificación. La zona de ampliación del eje actual corresponde a los Km 0+000 al Km 0+540, del Km 0+540 al Km 0+800, del Km 1+000 al Km 1+100, del Km 1+100 al Km 1+180, del Km 1+180 al Km 1+220, del Km 1+220 al Km 1+360, del Km 1+360 al Km 1+440, del Km 1+440 al Km 1+500, del Km 1+500 al Km 1+560, del Km 1+560 al Km 1+600, del Km 1+600 al Km 1+700, del Km 1+700 al Km 1+800, del Km 2+100 al Km 2+120, del Km 2+400 al Km 2+460, del Km 2+980 al Km 3+040, del Km 7+760 al Km 7+780, del Km 8+020 al Km 8+060, del Km 8+320 al Km 8+420, del Km 8+420 al Km 8+440, del Km 8+520 al Km 8+580, del Km 10+300 al Km 10+320, del Km 10+320 al Km 10+440, del Km 10+440 al Km 11+020, del Km 11+020 al Km 11+600, del Km 11+600 al Km 11+960 y del Km 11+960 al Km 12+000. Adicionalmente, se deberá prestar mayor interés a la zona de mejoramiento del camino, la cual se ubica entre los Km 3+040 al Km 7+211.

Objetivo: Evitar que afecte a la fauna silvestre que este habitando en el derecho de vía, con lo que se impedirá sea dañada durante las obras de preparación y construcción de la modernización.

Antecedentes: Por experiencia recopilada en otros países, se conoce que las medidas preventivas como el ahuyentamiento, y reubicación de fauna, son las más eficaces y baratas para evitar afectaciones significativas a las poblaciones faunísticas del sitio donde se realizará la obra. Sobre la implementación de estas medidas desde la década de los 60's e inicios de los 70's en Suiza, y Alemania, (Muller, 1996 y Guiraud, 1985) enumeran y detallan acciones preventivas para evitar afectaciones a la fauna previa a la preparación del sitio para infraestructura de diversos tipos, en especial autopistas. Estudios franceses realizados sobre carreteras y fauna (Muller y Mognetti 1991), mencionan que la utilización de técnicas adecuadas para ahuyentar fauna en determinadas zonas por la apertura de nuevas obras reduce de manera significativa la muerte de muchos organismos. Por otro lado PMVC (2003), menciona que la colecta y reubicación durante las etapas de construcción de nuevas obras viales deben enfocarse en aquellas zonas donde existan amplios macizos forestales, debido a que en ellos se concentra más del 28% de la riqueza faunística de cualquier zona. Reed y Ward, (1985) afirman que es necesaria la transferencia total de las poblaciones amenazadas entorno a las obras, hacia nuevos sitios que tengan las mismas características ecológicas de los sitios originales; esta medida se ha llevado a la práctica en distintas ocasiones, principalmente en la apertura de nuevas carreteras de España, Francia y Alemania. En SETRA, (1985 b) algunos investigadores mostraron ciertas reservas a realizarse actuaciones de este tipo, debido a que adolecen de graves fallos metodológicos. Otras revisiones y recomendaciones se encuentran en Crotaz (1985), Muller (1985), Spoke (1985), y otras referencias. Actualmente en México la implementación de estas técnicas se llevan a cabo en diversos sectores (Minería, petroquímica, gaseoductos, líneas eléctricas y recientemente en el sector carretero), resultando muy eficaces ya que disminuyen las afectaciones sobre la fauna al inicio de aquellas obras que reducen su hábitat.

Descripción de la Medida de Mitigación: Durante la evaluación de los impactos (Capítulo V) se estimó la afectación sobre las comunidades faunísticas derivado de los trabajos de modernización de la obra (desmonte, despalme, nivelación, etc.), particularmente sobre especies de talla pequeña a mediana, siendo el grupo de los

reptiles el más susceptible a padecer altas tasas de mortalidad; esto debido a su lento desplazamiento y bajos rangos de distribución. Sin embargo también se considera la afectación de algunas especies de mamíferos de talla pequeña (ratones, ardillas) ya que son individuos que suelen estar escondidos en madrigueras gran parte del día y con los trabajos de conformación del terraplén pueden resultar afectados, sin embargo otro tipo de especies pueden estar presentes en el sitio (aves, anfibios). Bajo este contexto, la presente Medida de Mitigación no pretende realizar un ahuyentamiento y/o reubicación dirigido solo a este tipo de especies, sino que se trabajará de forma homogénea sobre todo el trazo, procurando ahuyentar y ubicar la mayor cantidad de especies. Para evitar la afectación a la fauna se realizarán las siguientes actividades:

- a) *Se ahuyentará y reubicará a la fauna que se distribuya sobre el derecho de vía, además se localizarán las madrigueras y nidos que se encuentren sobre este perímetro.*

Durante el proceso de ahuyentamiento y reubicación estarán únicamente biólogos especialistas en mastofauna, ornitofauna y herpetofauna. No se permitirá la presencia de personal de la obra en las inmediaciones. Para tal caso, el personal que ejecutara esta medida está considerado en la MP1 (Programa de Gestión y Supervisión Ambiental). Se describe en los siguientes incisos lo más destacable para el ahuyentamiento y reubicación de la fauna.

- 1) Cada especialista contará y/o en su caso tramitará un permiso de colecta ante la SEMARNAT, esto conforme a lo que dispone la NOM-126-SEMARNAT-2000 y a la LGVS, que hacen referencia a la colecta científica así como a la reintegración de los individuos colectados a su ambiente natural que presente condiciones viables para su desarrollo.
- 2) Cada brigada trabajara con 5 días de adelanto al frente de obra (más adelante se explica los procesos para cada uno de los grupos).
- 3) Cada especialista estará equipado con un equipo GPS, brújula, cámara digital, mochila, sacos de manta (para el traslado de ejemplares hacia el campamento, mínimo 30 por persona), libreta de campo, lápices, banderines de plástico color rojo (mínimo 20 por cada integrante), navaja, flexómetros y botiquín (1 por brigada). En específico para cada grupo se requiere lo siguiente:
 - ✓ Anfibios: lámparas para cabeza de 3 leds, bolsas ziploc, contenedores de plástico de 20 x 30 x 10 cm (para la generación de terrarios).
 - ✓ Reptiles: botes de 19 litros, film plástico transparente de 80 cm de altura, tablas de madera, clavos, martillo, marcador, pala pequeña (para hacer trampas de foso), costales de manta (mínimo 30, por persona), ganchos herpetológicos, guantes de carnaza, guías de identificación de Anfibios y Reptiles (García, A., y G. Ceballos. 1994).
 - ✓ Aves: guantes de carnaza, banderines para la identificar nidos, arco con segueta, binoculares de 24 x 50, 15 campanas plegables de manta con ventana para el transporte especímenes, marcadores negros indelebles, lámparas para cabeza de 3 leds, cajas de plástico de 40 x 60 x 20, escalera de aproximadamente 3 metros para la reubicación de nidos, piola de algodón (200 m , para amarrar nidos en arboles huéspedes), guías de identificación de aves (Howell & Webb, 1995).

- ✓ Mamíferos: trampas Sherman de 10.2 x 11.4 x 38.1 cm (o en su caso de 7.6 x 8.9 x 22.9), trampas Tomahawk de 36 x 11 pulgadas, avena, vainilla, sardinas, bolsas de plástico, banderines de plástico color rojo, cajas de plástico de 20 x 30 x 10, marcadores negros indelebles, guantes de carnaza, lámparas para cabeza de 3 leds, reglas milimétricas, botes de 20 litros para desinfectar trampas, cepillo de mango largo, cloro, guantes de goma para limpieza de trampas tipo Sherman, ganchos herpetológicos, guías de identificación de mamíferos a través de huellas y excretas (Aranda, 2000).

Durante los procesos de ahuyentamiento y reubicación, los biólogos documentarán los siguientes puntos:

- 1) Georeferencia del lugar donde fue observado, ahuyentado y/o reubicado el / los individuos.
- 2) Datos del colector.
- 3) Hora y fecha.
- 4) Identificación de la especie. Muchos de los organismos que se distribuyen sobre el trazo es difícil identificarlos (en especial individuos del Orden Rodentia), ya que poseen características singulares, y en muchos casos esto solo se lograría a través de manipulación; debido a que no se pretende generar daño a los individuos estos se fotografiarán y liberarán (en caso de colecta en zonas que presenten condiciones similares a las originales), posteriormente se realizará la identificación a través de la fotografía y claves especializadas.
- 5) Se generará un reporte semanal de actividades para cada uno de los grupos, que se entregará al promovente y este a la SEMARNAT. El responsable de los grupos será quien genere el reporte mensual.

b) Descripción de los procesos de ahuyentamiento y reubicación.

Anfibios

Los anfibios son organismos que presentan hábitos particulares, la mayoría se desarrollan en zonas donde existe gran cantidad de agua, algunos, como los individuos del genero *Rhinella*, se han adaptado a las condiciones del medio, logrando reducir sus requerimiento de agua, otras especies como los géneros *Rana* e *Hyla* tienen su hábitat entre bromelias y hojarasca, donde se almacena agua y humedad durante gran parte del año, restringiendo así sus parámetros de distribución, se debe considerar que el trazo sujeto a modernizarse cruza por 5 escurrimientos naturales y áreas donde la humedad es constante. Con base a los patrones de distribución, los periodos de lluvia anual y la diversidad de anfibios presentes en la zona de afectación, solo se procederá a la búsqueda y reubicación de estos organismos en sitios que presenten condiciones para su desarrollo. El procedimiento de colecta y reubicación estará sujeto a los tiempos de avance del frente de obra, es decir, si la modernización del camino inicia en época de estiaje el esfuerzo de colecta será mínimo, ya que deberá de buscar sobre aquellos árboles que estén sobre la línea de ceros y contengan brómelas epifitas y se encuentren rodeados por plantas herbáceas, si la modernización se realiza en época de lluvias el esfuerzo de colecta será de 15 h/día y estará enfocado sobre aquellos sitios donde exista

un mayor escurrimiento y gran cantidad de herbáceas. La búsqueda de anfibios para su colecta se realizará en 2 procesos; el primero será 12 horas antes del desmonte y 12 horas antes del despalme, en el primer caso el horario de la búsqueda para la colecta será entre las 17:00 y 22:00 h, se revisará la vegetación presente (árboles, hierbas, epifitas, etc.) sobre el área a desmontar y despalmar. En cada sitio se cubrirá una longitud de hasta 200 m lineales sobre el trazo a modernizar y el proceso lo realizarán 2 biólogos, cada uno revisará un transecto (200 m lineales en ambos lados del camino), y los ejemplares serán tratados con mucho cuidado, evitando golpearlos, cada uno será dispuesto en una bolsa hermética con agua y separados por especie; los individuos que sean colectados se reubicarán en una zona que cumpla con las características ambientales de donde fueron sustraídas, los datos obtenidos de la colecta se ingresarán en la bitácora. Para realizar la actividad se utilizarán lámparas, para ubicarlos a través de la difracción de la luz en los ojos. Posterior a la colecta, el o los individuos se fotografiarán, identificarán y colocarán en una bolsa de plástico con cerradura hermética (solo un individuo por bolsa y con agua). Debido a los estadios que presentan, no es necesario colectar a los juveniles.



Figura VI.25. Ejemplo de la colecta y reubicación de Anfibios.

Reptiles

Los reptiles son organismos que presentan limitados parámetros de distribución, muchos se limitan a unos cuantos metros de sus zonas de resguardo (lagartijas y algunas serpientes), otras tantas se encuentran en una búsqueda constante de alimento, lo que provoca que se alejen paulatinamente. Las actividades de colecta y reubicación para este grupo iniciará con 24 h de anticipación al despalme y se realizará sobre todo el trazo. La colecta para su pronta reubicación se ejecutará en dos periodos; el primero entre las 9:00 - 12:00 h y el segundo entre 15:00 – 17:30 h. Cada uno de los herpetólogos buscará especies en una superficie de 1,500 m² entorno al área donde se ejecutan los trabajos de despalme. Se deberán remover piedras y troncos con ayuda del gancho herpetológico, se buscará entre las hierbas y agujeros; en el caso de encontrar una serpiente se fotografiará y posteriormente se colocará dentro del saco de manta con la leyenda que diga “peligro animal ponzoñoso”. Para el caso de los lagartos, lagartijas, iguanas, etc., se procurará no quitarles la cola, se tiene que tener en cuenta que estos animales se refugian entre piedras y troncos, por lo que su remoción se realizará con extremo cuidado. Se anotará en libreta de campo la referencia geográfica, fecha, hora y tipo de vegetación. La reubicación de los organismos será en zonas alejadas del sitio de obra, aproximadamente a 2 Km. Para el caso de lagartijas se buscarán áreas que cuenten con piedras, en el caso de serpientes serán removidas a zonas donde la presencia humana sea mínima, además

de que los sitios seleccionados tendrán características similares a las del ecosistema donde se encontraron.



Figura VI.26. Ejemplo de la colecta y reubicación de reptiles.

Aves

La diversidad de este grupo es muy amplia, debido a que la mayoría de las especies presentes sobre el derecho de vía y que se verán afectadas por la pérdida de hábitat presentan hábitos granívoros o insectívoros, entre estas destacan las palomas, algunos mosqueros y gorriones, por otro lado, e llegaron a observar grandes grupos de zanates, tordos y garzas que se alimentan sobre los campos agrícolas y zonas de pastoreo, siendo los rangos de distribución muy amplios y sin problemas de conservación, por tal motivo la zona de afectación (8.04 Ha) no genera impacto sobre las poblaciones de este grupo, sin embargo, se proponen medidas que mitiguen el posible impacto sobre algunos individuos que se encuentren sobre el derecho de vía (nidos, polluelos, etc.). Debido a que muchas de las aves (a excepción de aquellas que se encuentren en proceso de nidificación) tenderán a huir de la zona antes de haber iniciado la preparación del sitio, debido a las perturbaciones sonoras emitidas por la maquinaria y el tránsito de la zona, obligándolas a migrar a nuevos sitios para su desarrollo. Aquellas que no se vean impactadas por la generación del ruido seguirán realizando sus actividades en el área, en este caso, los integrantes de la brigada agitarán la vegetación de manera vigorosa. Esta actividad se realizará paralela al proyecto, se dispondrán los ornitólogos a los extremos de los sitios que serán afectados y buscarán en una superficie de 2,000 m² la presencia de nidos que contengan huevos o polluelos.



Figura VI.27. Proceso de ahuyentamiento (imágenes de archivo).

Durante este proceso agitarán de manera vigorosa arbustos y árboles (no mayores a 3 metros), con la finalidad de ahuyentar a las distintas especies. En el caso de encontrar

nidos con huevos o polluelos se procederá a marcar el sitio en el GPS y con un banderín, para saber dónde se encuentran y poder ubicarlos con mayor facilidad para su reubicación.

Los procesos de búsqueda y ahuyentamiento se realizarán en dos tiempos, el primero de 8:00 a 11:00 h y el segundo de 16:00 a 18:00 h, estos tiempos coinciden con los horarios de mayor actividad de las aves. El proceso de colecta y reubicación estará enfocado principalmente a las especies que se encuentren en proceso de nidificación, para este caso, se identificarán los sitios donde se encuentren los nidos y se marcarán con listones color rojo. La remoción de los nidos con cría se realizará de forma conjunta con sus padres; por un lado se removerán a los huevos o polluelos junto con el nido y la rama donde se encuentren; el horario más indicado para llevar a cabo esta actividad es después de las 20:00 h. Este procedimiento se realizará con mucho cuidado, evitando generar stress (Figura VI.28). Se cortará la rama en caso de ubicarse en un árbol evitando la manipulación del nido y se amarrará en un árbol hospedero a por lo menos 1.00 Km del proyecto; los padres capturados se liberarán sobre el nido. Esto es para asegurar que los padres localicen a los polluelos o huevos y sigan su desarrollo normal. Como en los procesos anteriores se anotará en la libreta de campo la fecha, hora, georeferencia, nombre del colector, nombre de la especie y lugar donde fue reubicada.



Figura VI.28. Ejemplo de nidos sobre árboles y/o arbustos.

Mamíferos

La diversidad de mamíferos⁷ presentes sobre el trazo, comprenden en su mayoría mamíferos de talla pequeña (ardillas y ratones), aunque también se pueden encontrar especies de talla mediana, como mapaches (*Procyon lotor*), zorros (*Urocyon cinereoargenteus*), tejones (*Nasua nasua*), comadrejas (*Mustela frenata*), tlacuaches (*Didelphis virginiana*), armadillos (*Dasypus novemcinctus*), entre otras; estas especies se caracterizan por su abundancia y plasticidad a las condiciones del medio. El ahuyentamiento sobre la mastofauna se llevará a cabo sobre aquellos sitios que resulten afectados por el proceso de desmonte y despalme y se tendrá mayor énfasis en aquellos sitios donde exista remanentes de vegetación, ya que estas zonas son utilizadas para resguardo y sitios de alimentación. Las actividades de ahuyentamiento para mamíferos se

⁷ Para el caso de los mamíferos, será necesario ubicar de manera oportuna las madrigueras que se encuentren sobre la línea de ceros, este proceso se realizará con 36 h de anticipación al despalme y la finalidad es saber si hay crías y así proceder a su reubicación. En el caso de existir crías, será necesario capturar a los padres y reubicarlos a más de 700 m del trazo, además se construirá una madriguera similar a la original. Si la madriguera no presenta rastros de actividad se marcará con un banderín y se sellará, ya sea con piedras, tierra u hojarasca.

realizará 2 veces al día, la primera antes del desmonte (entre 7:00 y 9:00 AM) y la segunda después de haber terminado la jornada laboral (entre 19:00 y 22:00 horas). Se cubrirá un área de 5,000 m² (250 m sobre el trazo y 20 m contiguos); en este caso, se caminará sobre el trazo y el derecho de vía agitando la vegetación con el gancho herpetológico. Si se llega a encontrar algún individuo (juvenil o adulto), dentro del área se perseguirá generando la mayor cantidad de ruido y se procurará ahuyentarlo de la línea de cerros. En el caso de encontrar más de 2 individuos en la zona, el ahuyentamiento se prolongará 30 minutos más. Posterior al segundo proceso de ahuyentamiento (19:00 a 20:00 h) se llevarán a cabo las técnicas de trampeo para la reubicación de especies. Para la captura y posterior reubicación de mamíferos, se utilizarán trampas tipo Sherman y Tomahawk, estas trampas permiten capturar al animal sin lastimarlo, el estrés que genera es solo al momento de la captura y en la liberación; estudios han demostrado que los animales se estabilizan después de 20 minutos (Vanzoloni,1985). Para el traslado y reubicación de las especies se contará con sacos de tela, que se utilizarán para especies de talla pequeña como ratones, ardillas y crías de carnívoros. En el caso de especies medianas como tlacuaches, mapaches, zorros, zorrillos, etc; se transportarán en la trampa. Los periodos de reubicación se llevarán a cabo antes de las 8:00 am. Los individuos se retirarán de la trampa con mucho cuidado, para evitarles daños.



Figura VI.29. Instalación y captura de mamíferos para reubicación.

c) *Cautiverio de especies colectadas*

Después de la colecta, los individuos serán trasladados al campamento y se colocarán en un lugar fresco, dentro de cajas de plástico, con la finalidad de evitar el estrés derivado de su captura y consecuentemente la muerte. Cada grupo será depositado en contenedores específicos, es decir, para los anfibios se utilizarán cajas de plástico transparente con tapa de 20 x 10 x 30 cm, para los reptiles cajas de 90 x 90 x 90 cm (para las serpientes varia el tamaño), para las aves se utilizarán jaulas de manta cilíndricas de 40 cm de diámetro por 70 cm de alto, así como cajas de 40 x 60 x 20 cm. En el caso de los mamíferos de talla pequeña se utilizarán cajas de 10 x 20 x 30 cm, y los individuos que sean capturados en las trampas del tipo Tomahawk podrán pernotar en esa jaula. Todos los contenedores incluirán 5 cm³ de tierra procedente del desmonte, así como hojarasca y ramas, estas se limpiarán todos los días. En el caso de los anfibios se adicionara 2 litros de agua sobre la tierra (para humedecerla y evitar la desecación de la piel) y se cubrirán con hojarasca, en cada caja se dispondrán un máximo de 5 individuos de la misma especie; las tapas tendrán 10 perforaciones para permitir el intercambio gaseoso. Los individuos capturados no estarán en las cajas más de 24 horas, por lo tanto, la

reubicación⁸ se hará al día siguiente, 45 minutos antes de que amanezca. Las cajas no se dejarán a la intemperie y el resguardo estará a cargo de los jefes de brigada. El objetivo de esta medida es reducir el estrés del animal y la muerte por asfixia durante el proceso de cautiverio.



Figura VI.30. Acciones de ahuyentamiento, captura y capacitación de personal para evitar afectaciones sobre fauna (imágenes de archivo, 2013).

Para las lagartijas se podrán colocar hasta 20 individuos (de la misma especie) por caja, en el caso de las iguanas solo se colocarán hasta 3 individuos. Se adicionará algunas ramas, y la liberación se realizará cerca de zonas donde existan piedras, estas ayudarán para el resguardo y fungirán como posible hábitat de las especies. Para las serpientes solo se colocará 1 individuo por caja, las dimensiones de las cajas serán de 40 x 30 x 20 cm y en ellas se colocarán 5 cm³ de tierra procedente del despalme. Para el grupo de las aves se utilizarán las jaulas de manta y se percharan, se procurará no hacer ruido mientras se tenga a las aves, ya que esto aumenta el estrés. En el caso de coleccionar crías, se colocarán en una caja de plástico de 40 x 40 x 40 cm y se le creará un nido, se procurará no generarle estrés a los adultos, ya que esto puede provocar que abandone a los polluelos. Los mamíferos de talla pequeña, se podrán colocar hasta 5 individuos de la misma especie por caja, en el caso de ratones y ardillas se agregará ½ tasa de avena con vainilla para que se alimenten. Estos animales se dispondrán en cajas de 40 x 40 x 40 cm y se les agregará hierba seca. Los mamíferos de talla mediana (zorros, tlacuaches, mapaches, zorrillos, etc.) podrán permanecer en la trampa Tomahawk hasta que sean liberados.

d) Ubicación de las áreas destinadas para la reubicación, especificando los criterios técnicos y biológicos aplicados para su selección.

La reubicación de fauna se realizará principalmente en 4 polígonos del SAR, que en conjunto suman 859.00 Ha. Esta zonas se caracteriza por presentar un mejor estado de

⁸ El proceso de reubicación estará a cargo de los jefes de brigada, se hará 45 minutos antes de que amanezca en sitios donde existan condiciones ambientales a las originales, el objetivo de liberar a los individuos en este horario es para reducir el riesgo de depredación por parte de aves o reptiles.

Vértice	UTM
4	16 Q 310664 2125139
5	16 Q 310688 2125121
6	16 Q 310706 2125102
7	16 Q 310724 2125078
8	16 Q 310730 2125054
9	16 Q 310729 2125018
10	16 Q 310716 2125000
11	16 Q 310710 2124976
12	16 Q 310698 2124952
13	16 Q 310691 2124928
14	16 Q 310679 2124904
15	16 Q 310661 2124880
16	16 Q 310648 2124856
17	16 Q 310636 2124832
18	16 Q 310624 2124808
19	16 Q 310611 2124778
20	16 Q 310593 2124754
21	16 Q 310575 2124743
22	16 Q 310556 2124719
23	16 Q 310556 2124695
24	16 Q 310556 2124671
25	16 Q 310562 2124647
26	16 Q 310586 2124634
27	16 Q 310604 2124628
28	16 Q 310628 2124622
29	16 Q 310658 2124622
30	16 Q 310695 2124615
31	16 Q 310719 2124603
32	16 Q 310743 2124597
33	16 Q 310761 2124572
34	16 Q 310791 2124554
35	16 Q 310821 2124535
36	16 Q 310851 2124523

Vértice	UTM
37	16 Q 310875 2124523
38	16 Q 310899 2124523
39	16 Q 310918 2124540
40	16 Q 310948 2124552
41	16 Q 310972 2124570
42	16 Q 310991 2124588
43	16 Q 311009 2124605
44	16 Q 311039 2124629
45	16 Q 311064 2124647
46	16 Q 311088 2124665
47	16 Q 311107 2124689
48	16 Q 311125 2124707
49	16 Q 311155 2124724
50	16 Q 311180 2124730
51	16 Q 311210 2124730
52	16 Q 311234 2124742
53	16 Q 311265 2124759
54	16 Q 311283 2124777
55	16 Q 311301 2124795
56	16 Q 311326 2124813
57	16 Q 311350 2124843
58	16 Q 311369 2124867
59	16 Q 311399 2124884
60	16 Q 311411 2124908
61	16 Q 311442 2124932
62	16 Q 311466 2124944
63	16 Q 311491 2124968
64	16 Q 311521 2124985
65	16 Q 311533 2124997
66	16 Q 311564 2125021
67	16 Q 311582 2125033
68	16 Q 311613 2125051
69	16 Q 311625 2125068

Vértice	UTM
70	16 Q 311649 2125092
71	16 Q 311680 2125110
72	16 Q 311710 2125122
73	16 Q 311747 2125139
74	16 Q 311771 2125151
75	16 Q 311802 2125169
76	16 Q 311820 2125187
77	16 Q 311851 2125211
78	16 Q 311863 2125223
79	16 Q 311881 2125247
80	16 Q 311894 2125264
81	16 Q 311918 2125282
82	16 Q 311942 2125300
83	16 Q 311967 2125318
84	16 Q 311985 2125336
85	16 Q 312009 2125353
86	16 Q 312028 2125383
87	16 Q 312046 2125407
88	16 Q 312059 2125437
89	16 Q 312071 2125467
90	16 Q 312089 2125485
91	16 Q 312102 2125509
92	16 Q 312120 2125533
93	16 Q 312133 2125557
94	16 Q 312139 2125581
95	16 Q 312145 2125611
96	16 Q 312151 2125629
97	16 Q 312170 2125653
98	16 Q 312182 2125677
99	16 Q 312201 2125701
100	16 Q 312219 2125719
101	16 Q 312237 2125736
102	16 Q 312262 2125754

Vértice	UTM
103	16 Q 312286 2125778
104	16 Q 312305 2125796
105	16 Q 312329 2125820
106	16 Q 312354 2125850
107	16 Q 312366 2125868
108	16 Q 312384 2125892
109	16 Q 312391 2125922
110	16 Q 312391 2125952
111	16 Q 312385 2125982
112	16 Q 312386 2126006
113	16 Q 312386 2126030
114	16 Q 312392 2126048
115	16 Q 312398 2126072
116	16 Q 312417 2126102
117	16 Q 312417 2126126
118	16 Q 312423 2126150
119	16 Q 312436 2126168
120	16 Q 312454 2126198
121	16 Q 312479 2126216
122	16 Q 312503 2126228
123	16 Q 312527 2126227
124	16 Q 312551 2126227
125	16 Q 312588 2126227
126	16 Q 312612 2126227
127	16 Q 312642 2126232
128	16 Q 312667 2126244
129	16 Q 312691 2126268
130	16 Q 312716 2126286
131	16 Q 312734 2126310
132	16 Q 312752 2126339
133	16 Q 312753 2126358
134	16 Q 312747 2126388
135	16 Q 312747 2126412

Vértice	UTM
136	16 Q 312741 2126442
137	16 Q 312736 2126466
138	16 Q 312730 2126490
139	16 Q 312724 2126520
140	16 Q 312724 2126551
141	16 Q 312725 2126581
142	16 Q 312731 2126599
143	16 Q 312731 2126629
144	16 Q 312725 2126659
145	16 Q 312726 2126695
146	16 Q 312726 2126725
147	16 Q 312714 2126750
148	16 Q 312696 2126780
149	16 Q 312684 2126798
150	16 Q 312672 2126816
151	16 Q 312655 2126840
152	16 Q 312637 2126859
153	16 Q 312619 2126877
154	16 Q 312601 2126901
155	16 Q 312589 2126932
156	16 Q 312577 2126950
157	16 Q 312559 2126980
158	16 Q 312541 2126998
159	16 Q 312517 2127017
160	16 Q 312499 2127035
161	16 Q 312475 2127041
162	16 Q 312445 2127041
163	16 Q 312414 2127042
164	16 Q 312390 2127042
165	16 Q 312372 2127042
166	16 Q 312348 2127048
167	16 Q 312323 2127055
168	16 Q 312299 2127061

Vértice	UTM
169	16 Q 312269 2127073
170	16 Q 312251 2127085
171	16 Q 312227 2127092
172	16 Q 312191 2127104
173	16 Q 312167 2127116
174	16 Q 312149 2127141
175	16 Q 312137 2127165
176	16 Q 312125 2127183
177	16 Q 312095 2127177
178	16 Q 312058 2127172
179	16 Q 312046 2127154
180	16 Q 312052 2127124
181	16 Q 312063 2127105
182	16 Q 312081 2127081
183	16 Q 312093 2127057
184	16 Q 312081 2127033
185	16 Q 312057 2127027
186	16 Q 312032 2127027
187	16 Q 312002 2127028
188	16 Q 311978 2127022
189	16 Q 311942 2127022
190	16 Q 311929 2127022
191	16 Q 311911 2126998
192	16 Q 311893 2126975
193	16 Q 311856 2126969
194	16 Q 311820 2126969
195	16 Q 311796 2126970
196	16 Q 311771 2126976
197	16 Q 311747 2126982
198	16 Q 311723 2126994
199	16 Q 311699 2127001
200	16 Q 311669 2127001
201	16 Q 311638 2127001

Vértice	UTM
202	16 Q 311620 2127001
203	16 Q 311590 2127002
204	16 Q 311560 2127002
205	16 Q 311535 2127008
206	16 Q 311511 2127021
207	16 Q 311487 2127033
208	16 Q 311476 2127057
209	16 Q 311476 2127081
210	16 Q 311470 2127093
211	16 Q 311464 2127063
212	16 Q 311463 2127039
213	16 Q 311463 2127015
214	16 Q 311457 2126991
215	16 Q 311444 2126961
216	16 Q 311438 2126943
217	16 Q 311426 2126919
218	16 Q 311425 2126895
219	16 Q 311425 2126865
220	16 Q 311425 2126835
221	16 Q 311424 2126811
222	16 Q 311424 2126781
223	16 Q 311424 2126751
224	16 Q 311424 2126726
225	16 Q 311417 2126702
226	16 Q 311411 2126666
227	16 Q 311411 2126636
228	16 Q 311410 2126612
229	16 Q 311410 2126582
230	16 Q 311410 2126552
231	16 Q 311410 2126522
232	16 Q 311403 2126486
233	16 Q 311397 2126462
234	16 Q 311391 2126438

Vértice	UTM
235	16 Q 311385 2126414
236	16 Q 311378 2126389
237	16 Q 311378 2126359
238	16 Q 311378 2126335
239	16 Q 311372 2126311
240	16 Q 311365 2126287
241	16 Q 311353 2126263
242	16 Q 311341 2126239
243	16 Q 311328 2126221
244	16 Q 311304 2126204
245	16 Q 311280 2126180
246	16 Q 311267 2126162
247	16 Q 311243 2126144
248	16 Q 311225 2126132
249	16 Q 311206 2126108
250	16 Q 311188 2126090
251	16 Q 311170 2126073
252	16 Q 311145 2126055
253	16 Q 311127 2126037
254	16 Q 311097 2126019
255	16 Q 311078 2125995
256	16 Q 311053 2125971
257	16 Q 311029 2125954
258	16 Q 311011 2125936
259	16 Q 310992 2125912
260	16 Q 310974 2125894
261	16 Q 310956 2125870
262	16 Q 310937 2125846
263	16 Q 310919 2125828
264	16 Q 310901 2125811
265	16 Q 310882 2125781
266	16 Q 310864 2125757
267	16 Q 310846 2125745

Vértice	UTM
268	16 Q 310827 2125721
269	16 Q 310809 2125703
270	16 Q 310790 2125673
271	16 Q 310778 2125655
272	16 Q 310766 2125637
273	16 Q 310748 2125614
274	16 Q 310736 2125590
275	16 Q 310724 2125566
276	16 Q 310717 2125542
277	16 Q 310699 2125512
278	16 Q 310693 2125494
279	16 Q 310674 2125476
280	16 Q 310668 2125440
281	16 Q 310661 2125410
282	16 Q 310649 2125392
283	16 Q 310643 2125362
284	16 Q 310630 2125338
285	16 Q 310624 2125314
286	16 Q 310611 2125290
287	16 Q 310599 2125260
288	16 Q 310593 2125236
289	16 Q 310586 2125218
Polígono 2. 110.00 Ha	
1	16 Q 318032 2127229
2	16 Q 318019 2127230
3	16 Q 317987 2127230
4	16 Q 317949 2127230
5	16 Q 317917 2127224
6	16 Q 317892 2127225
7	16 Q 317860 2127225
8	16 Q 317834 2127225
9	16 Q 317809 2127225
10	16 Q 317784 2127226

Vértice	UTM
11	16 Q 317758 2127213
12	16 Q 317732 2127207
13	16 Q 317701 2127195
14	16 Q 317669 2127189
15	16 Q 317650 2127189
16	16 Q 317624 2127196
17	16 Q 317599 2127196
18	16 Q 317567 2127203
19	16 Q 317542 2127203
20	16 Q 317516 2127203
21	16 Q 317491 2127210
22	16 Q 317465 2127216
23	16 Q 317440 2127216
24	16 Q 317402 2127211
25	16 Q 317376 2127204
26	16 Q 317344 2127192
27	16 Q 317306 2127180
28	16 Q 317268 2127180
29	16 Q 317242 2127174
30	16 Q 317217 2127174
31	16 Q 317185 2127175
32	16 Q 317153 2127169
33	16 Q 317109 2127157
34	16 Q 317064 2127151
35	16 Q 317045 2127138
36	16 Q 317026 2127119
37	16 Q 317013 2127088
38	16 Q 317000 2127069
39	16 Q 316987 2127038
40	16 Q 316980 2127012
41	16 Q 316973 2126987
42	16 Q 316973 2126962
43	16 Q 316973 2126943

Vértice	UTM
44	16 Q 316973 2126911
45	16 Q 316972 2126880
46	16 Q 316991 2126854
47	16 Q 317010 2126829
48	16 Q 317029 2126803
49	16 Q 317048 2126784
50	16 Q 317066 2126752
51	16 Q 317079 2126727
52	16 Q 317104 2126708
53	16 Q 317123 2126689
54	16 Q 317142 2126669
55	16 Q 317160 2126644
56	16 Q 317179 2126631
57	16 Q 317198 2126606
58	16 Q 317217 2126586
59	16 Q 317236 2126567
60	16 Q 317255 2126542
61	16 Q 317267 2126516
62	16 Q 317267 2126491
63	16 Q 317266 2126453
64	16 Q 317253 2126428
65	16 Q 317234 2126403
66	16 Q 317215 2126378
67	16 Q 317195 2126359
68	16 Q 317170 2126341
69	16 Q 317157 2126322
70	16 Q 317137 2126297
71	16 Q 317112 2126284
72	16 Q 317093 2126259
73	16 Q 317061 2126234
74	16 Q 317054 2126222
75	16 Q 317079 2126215
76	16 Q 317111 2126209

Vértice	UTM
77	16 Q 317143 2126202
78	16 Q 317174 2126189
79	16 Q 317200 2126189
80	16 Q 317251 2126194
81	16 Q 317301 2126200
82	16 Q 317333 2126206
83	16 Q 317352 2126212
84	16 Q 317384 2126225
85	16 Q 317410 2126224
86	16 Q 317441 2126224
87	16 Q 317467 2126224
88	16 Q 317518 2126217
89	16 Q 317549 2126204
90	16 Q 317581 2126191
91	16 Q 317606 2126172
92	16 Q 317637 2126159
93	16 Q 317669 2126140
94	16 Q 317694 2126121
95	16 Q 317719 2126095
96	16 Q 317732 2126082
97	16 Q 317744 2126063
98	16 Q 317763 2126038
99	16 Q 317769 2126006
100	16 Q 317775 2125962
101	16 Q 317781 2125924
102	16 Q 317780 2125899
103	16 Q 317780 2125855
104	16 Q 317780 2125842
105	16 Q 317780 2125817
106	16 Q 317773 2125792
107	16 Q 317773 2125760
108	16 Q 317772 2125722
109	16 Q 317772 2125691

Vértice	UTM
110	16 Q 317778 2125659
111	16 Q 317784 2125634
112	16 Q 317783 2125602
113	16 Q 317783 2125565
114	16 Q 317783 2125539
115	16 Q 317782 2125502
116	16 Q 317801 2125483
117	16 Q 317820 2125463
118	16 Q 317851 2125469
119	16 Q 317877 2125494
120	16 Q 317903 2125526
121	16 Q 317922 2125551
122	16 Q 317935 2125576
123	16 Q 317948 2125607
124	16 Q 317961 2125632
125	16 Q 317981 2125657
126	16 Q 318000 2125682
127	16 Q 318019 2125701
128	16 Q 318032 2125726
129	16 Q 318058 2125757
130	16 Q 318071 2125782
131	16 Q 318084 2125807
132	16 Q 318091 2125833
133	16 Q 318097 2125864
134	16 Q 318098 2125889
135	16 Q 318098 2125914
136	16 Q 318086 2125940
137	16 Q 318080 2125971
138	16 Q 318067 2125990
139	16 Q 318061 2126016
140	16 Q 318049 2126041
141	16 Q 318036 2126067
142	16 Q 318037 2126092

Vértice	UTM
143	16 Q 318031 2126117
144	16 Q 318025 2126142
145	16 Q 318012 2126168
146	16 Q 318006 2126193
147	16 Q 317987 2126212
148	16 Q 317975 2126244
149	16 Q 317950 2126263
150	16 Q 317931 2126289
151	16 Q 317875 2126352
152	16 Q 317862 2126384
153	16 Q 317844 2126409
154	16 Q 317831 2126435
155	16 Q 317832 2126466
156	16 Q 317832 2126498
157	16 Q 317845 2126523
158	16 Q 317852 2126548
159	16 Q 317865 2126573
160	16 Q 317878 2126599
161	16 Q 317897 2126624
162	16 Q 317916 2126642
163	16 Q 317942 2126661
164	16 Q 317968 2126686
165	16 Q 317993 2126699
166	16 Q 318006 2126717
167	16 Q 318026 2126736
168	16 Q 318039 2126755
169	16 Q 318064 2126774
170	16 Q 318096 2126799
171	16 Q 318122 2126830
172	16 Q 318141 2126849
173	16 Q 318167 2126874
174	16 Q 318174 2126893
175	16 Q 318187 2126918

Vértice	UTM
176	16 Q 318187 2126949
177	16 Q 318187 2126981
178	16 Q 318175 2127000
179	16 Q 318163 2127032
180	16 Q 318150 2127051
181	16 Q 318144 2127076
182	16 Q 318125 2127102
183	16 Q 318113 2127127
184	16 Q 318100 2127153
185	16 Q 318082 2127178
186	16 Q 318069 2127204
187	16 Q 318051 2127229
Polígono 3: 240 Ha	
1	16 Q 318866 2131650
2	16 Q 318807 2131711
3	16 Q 318790 2131728
4	16 Q 318756 2131764
5	16 Q 318714 2131790
6	16 Q 318679 2131799
7	16 Q 318645 2131808
8	16 Q 318592 2131809
9	16 Q 318557 2131791
10	16 Q 318522 2131774
11	16 Q 318496 2131757
12	16 Q 318469 2131722
13	16 Q 318433 2131687
14	16 Q 318407 2131670
15	16 Q 318372 2131644
16	16 Q 318320 2131619
17	16 Q 318285 2131602
18	16 Q 318259 2131602
19	16 Q 318207 2131594
20	16 Q 318173 2131586

Vértice	UTM
21	16 Q 318138 2131587
22	16 Q 318129 2131552
23	16 Q 318128 2131508
24	16 Q 318145 2131474
25	16 Q 318152 2131413
26	16 Q 318118 2131413
27	16 Q 318092 2131413
28	16 Q 318050 2131457
29	16 Q 318024 2131492
30	16 Q 317982 2131528
31	16 Q 317948 2131554
32	16 Q 317913 2131546
33	16 Q 317896 2131537
34	16 Q 317852 2131503
35	16 Q 317834 2131477
36	16 Q 317799 2131443
37	16 Q 317790 2131408
38	16 Q 317764 2131374
39	16 Q 317720 2131374
40	16 Q 317694 2131348
41	16 Q 317694 2131322
42	16 Q 317693 2131245
43	16 Q 317709 2131210
44	16 Q 317743 2131175
45	16 Q 317777 2131157
46	16 Q 317812 2131140
47	16 Q 317846 2131122
48	16 Q 317880 2131113
49	16 Q 317914 2131087
50	16 Q 317931 2131052
51	16 Q 317939 2131017
52	16 Q 317930 2130983
53	16 Q 317903 2130949

Vértice	UTM
54	16 Q 317877 2130932
55	16 Q 317842 2130915
56	16 Q 317808 2130915
57	16 Q 317782 2130916
58	16 Q 317739 2130916
59	16 Q 317705 2130925
60	16 Q 317671 2130926
61	16 Q 317628 2130926
62	16 Q 317585 2130918
63	16 Q 317550 2130901
64	16 Q 317533 2130884
65	16 Q 317481 2130859
66	16 Q 317446 2130850
67	16 Q 317403 2130825
68	16 Q 317368 2130800
69	16 Q 317342 2130783
70	16 Q 317299 2130758
71	16 Q 317290 2130706
72	16 Q 317289 2130664
73	16 Q 317272 2130630
74	16 Q 317237 2130605
75	16 Q 317211 2130571
76	16 Q 317193 2130537
77	16 Q 317210 2130511
78	16 Q 317244 2130493
79	16 Q 317270 2130484
80	16 Q 317330 2130484
81	16 Q 317381 2130466
82	16 Q 317415 2130465
83	16 Q 317475 2130473
84	16 Q 317510 2130481
85	16 Q 317562 2130498
86	16 Q 317631 2130531

Vértice	UTM
87	16 Q 317665 2130556
88	16 Q 317700 2130565
89	16 Q 317725 2130547
90	16 Q 317760 2130513
91	16 Q 317777 2130488
92	16 Q 317785 2130445
93	16 Q 317785 2130420
94	16 Q 317750 2130378
95	16 Q 317715 2130344
96	16 Q 317689 2130327
97	16 Q 317655 2130310
98	16 Q 317603 2130285
99	16 Q 317560 2130260
100	16 Q 317516 2130235
101	16 Q 317474 2130227
102	16 Q 317430 2130210
103	16 Q 317336 2130211
104	16 Q 317302 2130212
105	16 Q 317259 2130212
106	16 Q 317216 2130213
107	16 Q 317181 2130187
108	16 Q 317138 2130154
109	16 Q 317103 2130128
110	16 Q 317086 2130112
111	16 Q 317060 2130086
112	16 Q 317025 2130044
113	16 Q 316991 2130019
114	16 Q 316973 2129985
115	16 Q 316938 2129926
116	16 Q 316921 2129892
117	16 Q 316895 2129866
118	16 Q 316860 2129824
119	16 Q 316825 2129790

Vértice	UTM
120	16 Q 316799 2129774
121	16 Q 316773 2129748
122	16 Q 316739 2129715
123	16 Q 316730 2129689
124	16 Q 316712 2129656
125	16 Q 316712 2129604
126	16 Q 316737 2129579
127	16 Q 316771 2129544
128	16 Q 316788 2129493
129	16 Q 316805 2129459
130	16 Q 316804 2129408
131	16 Q 316787 2129366
132	16 Q 316778 2129315
133	16 Q 316777 2129264
134	16 Q 316777 2129230
135	16 Q 316820 2129188
136	16 Q 316853 2129162
137	16 Q 316896 2129128
138	16 Q 316913 2129102
139	16 Q 316955 2129085
140	16 Q 316981 2129059
141	16 Q 317015 2129025
142	16 Q 317032 2129008
143	16 Q 317066 2128999
144	16 Q 317100 2128999
145	16 Q 317134 2128990
146	16 Q 317211 2128972
147	16 Q 317245 2128980
148	16 Q 317253 2128980
149	16 Q 317288 2128988
150	16 Q 317322 2128996
151	16 Q 317365 2129013
152	16 Q 317434 2129046

Vértice	UTM
153	16 Q 317503 2129079
154	16 Q 317511 2129079
155	16 Q 317563 2129104
156	16 Q 317598 2129137
157	16 Q 317623 2129154
158	16 Q 317658 2129196
159	16 Q 317676 2129213
160	16 Q 317693 2129246
161	16 Q 317702 2129297
162	16 Q 317711 2129331
163	16 Q 317729 2129373
164	16 Q 317730 2129399
165	16 Q 317739 2129441
166	16 Q 317739 2129483
167	16 Q 317740 2129551
168	16 Q 317741 2129602
169	16 Q 317741 2129645
170	16 Q 317733 2129688
171	16 Q 317725 2129722
172	16 Q 317751 2129747
173	16 Q 317794 2129755
174	16 Q 317820 2129738
175	16 Q 317854 2129712
176	16 Q 317879 2129669
177	16 Q 317905 2129643
178	16 Q 317939 2129617
179	16 Q 317973 2129634
180	16 Q 317999 2129659
181	16 Q 318008 2129685
182	16 Q 318000 2129727
183	16 Q 317975 2129762
184	16 Q 317967 2129796
185	16 Q 317967 2129822

Vértice	UTM
186	16 Q 317968 2129856
187	16 Q 317994 2129890
188	16 Q 318003 2129932
189	16 Q 318013 2129966
190	16 Q 318013 2130009
191	16 Q 318014 2130043
192	16 Q 318032 2130086
193	16 Q 318032 2130111
194	16 Q 318049 2130145
195	16 Q 318058 2130188
196	16 Q 318067 2130213
197	16 Q 318085 2130256
198	16 Q 318085 2130298
199	16 Q 318094 2130332
200	16 Q 318120 2130366
201	16 Q 318129 2130391
202	16 Q 318155 2130434
203	16 Q 318173 2130459
204	16 Q 318199 2130485
205	16 Q 318216 2130518
206	16 Q 318251 2130552
207	16 Q 318277 2130577
208	16 Q 318294 2130594
209	16 Q 318329 2130628
210	16 Q 318346 2130645
211	16 Q 318390 2130670
212	16 Q 318424 2130695
213	16 Q 318451 2130721
214	16 Q 318468 2130755
215	16 Q 318469 2130789
216	16 Q 318469 2130823
217	16 Q 318461 2130875
218	16 Q 318453 2130909

Vértice	UTM
219	16 Q 318454 2130952
220	16 Q 318472 2130986
221	16 Q 318490 2131020
222	16 Q 318507 2131046
223	16 Q 318542 2131071
224	16 Q 318577 2131097
225	16 Q 318612 2131122
226	16 Q 318637 2131113
227	16 Q 318671 2131087
228	16 Q 318705 2131069
229	16 Q 318732 2131087
230	16 Q 318767 2131104
231	16 Q 318785 2131138
232	16 Q 318821 2131173
233	16 Q 318830 2131207
234	16 Q 318849 2131251
235	16 Q 318858 2131285
236	16 Q 318868 2131311
237	16 Q 318877 2131355
238	16 Q 318878 2131372
239	16 Q 318862 2131424
240	16 Q 318863 2131468
241	16 Q 318872 2131494
242	16 Q 318873 2131546
243	16 Q 318839 2131555
244	16 Q 318804 2131572
245	16 Q 318770 2131590
246	16 Q 318736 2131616
247	16 Q 318728 2131651
248	16 Q 318763 2131668
249	16 Q 318797 2131659
Polígono 4: 219.00 Ha	
1	16 Q 311544 2132222

Vértice	UTM
2	16 Q 311544 2132203
3	16 Q 311544 2132165
4	16 Q 311537 2132140
5	16 Q 311537 2132102
6	16 Q 311537 2132083
7	16 Q 311537 2132058
8	16 Q 311530 2132033
9	16 Q 311530 2132001
10	16 Q 311530 2131976
11	16 Q 311529 2131944
12	16 Q 311529 2131919
13	16 Q 311529 2131881
14	16 Q 311522 2131862
15	16 Q 311522 2131831
16	16 Q 311509 2131806
17	16 Q 311502 2131781
18	16 Q 311495 2131749
19	16 Q 311483 2131724
20	16 Q 311482 2131699
21	16 Q 311476 2131674
22	16 Q 311469 2131642
23	16 Q 311456 2131624
24	16 Q 311450 2131592
25	16 Q 311450 2131567
26	16 Q 311449 2131535
27	16 Q 311443 2131510
28	16 Q 311436 2131485
29	16 Q 311424 2131460
30	16 Q 311405 2131435
31	16 Q 311398 2131410
32	16 Q 311391 2131385
33	16 Q 311385 2131360
34	16 Q 311372 2131335

Vértice	UTM
35	16 Q 311366 2131309
36	16 Q 311366 2131284
37	16 Q 311353 2131259
38	16 Q 311353 2131234
39	16 Q 311347 2131196
40	16 Q 311347 2131159
41	16 Q 311341 2131134
42	16 Q 311335 2131102
43	16 Q 311328 2131077
44	16 Q 311328 2131046
45	16 Q 311328 2131021
46	16 Q 311328 2130983
47	16 Q 311328 2130964
48	16 Q 311327 2130933
49	16 Q 311333 2130908
50	16 Q 311333 2130876
51	16 Q 311339 2130851
52	16 Q 311345 2130813
53	16 Q 311345 2130788
54	16 Q 311350 2130763
55	16 Q 311350 2130737
56	16 Q 311350 2130712
57	16 Q 311349 2130681
58	16 Q 311362 2130649
59	16 Q 311341 2130542
60	16 Q 311328 2130460
61	16 Q 311315 2130435
62	16 Q 311302 2130404
63	16 Q 311302 2130373
64	16 Q 311302 2130354
65	16 Q 311315 2130329
66	16 Q 311327 2130291
67	16 Q 311333 2130272

Vértice	UTM
68	16 Q 311365 2130247
69	16 Q 311377 2130240
70	16 Q 311402 2130215
71	16 Q 311421 2130196
72	16 Q 311446 2130177
73	16 Q 311465 2130158
74	16 Q 311490 2130139
75	16 Q 311515 2130119
76	16 Q 311540 2130106
77	16 Q 311559 2130094
78	16 Q 311584 2130068
79	16 Q 311609 2130049
80	16 Q 311628 2130030
81	16 Q 311660 2130017
82	16 Q 311678 2130004
83	16 Q 311697 2129992
84	16 Q 311735 2129985
85	16 Q 311754 2129978
86	16 Q 311779 2129972
87	16 Q 311811 2129959
88	16 Q 311830 2129934
89	16 Q 311855 2129921
90	16 Q 311880 2129896
91	16 Q 311924 2129876
92	16 Q 311950 2129864
93	16 Q 311975 2129851
94	16 Q 312000 2129844
95	16 Q 312032 2129844
96	16 Q 312057 2129844
97	16 Q 312095 2129843
98	16 Q 312114 2129843
99	16 Q 312139 2129843
100	16 Q 312170 2129855

Vértice	UTM
101	16 Q 312202 2129867
102	16 Q 312234 2129872
103	16 Q 312265 2129885
104	16 Q 312284 2129897
105	16 Q 312310 2129922
106	16 Q 312342 2129940
107	16 Q 312361 2129946
108	16 Q 312393 2129952
109	16 Q 312431 2129952
110	16 Q 312449 2129939
111	16 Q 312475 2129926
112	16 Q 312500 2129920
113	16 Q 312538 2129919
114	16 Q 312570 2129925
115	16 Q 312608 2129931
116	16 Q 312639 2129944
117	16 Q 312665 2129950
118	16 Q 312697 2129962
119	16 Q 312716 2129974
120	16 Q 312741 2129986
121	16 Q 312767 2130005
122	16 Q 312792 2130024
123	16 Q 312818 2130049
124	16 Q 312831 2130074
125	16 Q 312850 2130105
126	16 Q 312875 2130142
127	16 Q 312889 2130186
128	16 Q 312895 2130205
129	16 Q 312902 2130243
130	16 Q 312902 2130280
131	16 Q 312903 2130331
132	16 Q 312903 2130356
133	16 Q 312897 2130375

Vértice	UTM
134	16 Q 312897 2130394
135	16 Q 312897 2130425
136	16 Q 312898 2130469
137	16 Q 312892 2130494
138	16 Q 312886 2130519
139	16 Q 312873 2130551
140	16 Q 312873 2130583
141	16 Q 312874 2130608
142	16 Q 312868 2130639
143	16 Q 312868 2130664
144	16 Q 312868 2130702
145	16 Q 312869 2130733
146	16 Q 312869 2130765
147	16 Q 312869 2130790
148	16 Q 312863 2130815
149	16 Q 312844 2130841
150	16 Q 312831 2130860
151	16 Q 312806 2130879
152	16 Q 312781 2130904
153	16 Q 312762 2130923
154	16 Q 312744 2130942
155	16 Q 312718 2130962
156	16 Q 312693 2130968
157	16 Q 312668 2130987
158	16 Q 312643 2130988
159	16 Q 312611 2130982
160	16 Q 312592 2130969
161	16 Q 312566 2130957
162	16 Q 312541 2130938
163	16 Q 312515 2130913
164	16 Q 312496 2130888
165	16 Q 312477 2130863
166	16 Q 312451 2130845

Vértice	UTM
167	16 Q 312426 2130826
168	16 Q 312413 2130814
169	16 Q 312381 2130801
170	16 Q 312343 2130783
171	16 Q 312318 2130777
172	16 Q 312286 2130765
173	16 Q 312248 2130759
174	16 Q 312210 2130759
175	16 Q 312191 2130766
176	16 Q 312146 2130785
177	16 Q 312134 2130791
178	16 Q 312109 2130810
179	16 Q 312090 2130830
180	16 Q 312071 2130849
181	16 Q 312052 2130868
182	16 Q 312033 2130899
183	16 Q 312015 2130919
184	16 Q 312015 2130944
185	16 Q 312015 2130975
186	16 Q 312015 2131000
187	16 Q 312022 2131025
188	16 Q 312035 2131050
189	16 Q 312067 2131075
190	16 Q 312079 2131088
191	16 Q 312105 2131094
192	16 Q 312143 2131093
193	16 Q 312194 2131087
194	16 Q 312219 2131086
195	16 Q 312257 2131080
196	16 Q 312276 2131080
197	16 Q 312308 2131079
198	16 Q 312352 2131079
199	16 Q 312390 2131091

Vértice	UTM
200	16 Q 312422 2131091
201	16 Q 312447 2131103
202	16 Q 312473 2131122
203	16 Q 312479 2131147
204	16 Q 312480 2131172
205	16 Q 312480 2131197
206	16 Q 312474 2131241
207	16 Q 312468 2131260
208	16 Q 312449 2131292
209	16 Q 312430 2131311
210	16 Q 312405 2131330
211	16 Q 312386 2131349
212	16 Q 312361 2131368
213	16 Q 312342 2131381
214	16 Q 312317 2131400
215	16 Q 312292 2131413
216	16 Q 312267 2131426
217	16 Q 312242 2131439
218	16 Q 312210 2131452
219	16 Q 312198 2131471
220	16 Q 312173 2131478
221	16 Q 312147 2131497
222	16 Q 312122 2131516
223	16 Q 312091 2131535
224	16 Q 312059 2131542
225	16 Q 312034 2131567
226	16 Q 312015 2131586
227	16 Q 311984 2131605

Vértice	UTM
228	16 Q 311958 2131618
229	16 Q 311939 2131637
230	16 Q 311927 2131663
231	16 Q 311914 2131694
232	16 Q 311889 2131720
233	16 Q 311864 2131752
234	16 Q 311845 2131771
235	16 Q 311826 2131790
236	16 Q 311807 2131822
237	16 Q 311795 2131853
238	16 Q 311788 2131879
239	16 Q 311789 2131910
240	16 Q 311783 2131929
241	16 Q 311776 2131961
242	16 Q 311770 2131986
243	16 Q 311751 2132018
244	16 Q 311732 2132043
245	16 Q 311720 2132056
246	16 Q 311701 2132075
247	16 Q 311682 2132101
248	16 Q 311663 2132126
249	16 Q 311645 2132145
250	16 Q 311619 2132164
251	16 Q 311601 2132183
252	16 Q 311582 2132203
253	16 Q 311557 2132228
254	16 Q 311550 2132253
255	16 Q 311544 2132279

Indicadores de cumplimiento: Las técnicas de reubicación de especies están diseñadas para que los animales sean transportados a sitios que cuenten un buen estado de conservación. Aunque muchos de ellos presentan amplios parámetros en su distribución (aves y mamíferos de tallas mediana), se espera que estos colonicen aquellas áreas donde fueron reubicados; evitando regresar a los sitios originales. Para tal efecto se monitoreará sobre la línea de ceros. Este plan fue diseñado en función del grupo

seleccionado; en este caso y debido a los rangos de distribución y territorialidad los mamíferos son un grupo destacado. El proceso consiste en marcar aquellos individuos que fueron colectados en las trampas tipo Tomahawk para una futura identificación, de preferencia deberán ser individuos de talla mediana y con parámetros de distribución amplios, en este caso destacan *Procyon lotor*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Nasua nasua* y *Didelphis virginiana*, este último tiene un área de actividad de entre 5 y 150 Ha. El marcaje se realizará antes de liberar al individuo, este proceso no generará ningún dolor, debido a que se utilizará la técnica de tintes (Marion y Shamis 1977).

Los tintes aplicados sobre animales son ampliamente utilizados, especialmente en especies acuáticas (aves, reptiles y mamíferos). Para propósitos de marcaje a corto plazo (2 meses), se pueden utilizar marcadores de punta de fieltro resistente al agua, tinta para tatuaje, crayones para marcar ganado, y pintura sin plomo, siendo las más utilizadas la rodamina B y el verde de Malaquita. Se tendrá precaución al aplicar el tinte, especialmente cuando se pintan amplias zonas del cuerpo. En el caso de un marcaje a largo plazo (4 – 8 meses) se utilizarán aerosoles de color verde (con base aceite) que contengan partículas fluorescentes (con estas partículas será fácil la observación en horarios crepusculares o al amanecer, Jaeger *et al.* 1986 y Otis *et al.* 1986). La pintura se aplicará cuando el animal aún siga en la jaula sobre la región medio dorsal y en los costados (Steketee y Robinson 1996), con la finalidad de observarlo a simple vista. Si se llegaran a encontrar especímenes ya reubicados sobre la línea de ceros durante la etapa de desmonte o despalme, las obras deberán suspenderse hasta que se capture el individuo y posteriormente se reubicará. Se tendrá que evaluar nuevas zonas para la reubicación, estas zonas se ubicaran a una distancia mayor a los sitios escogidos previamente, como mínimo 5 Km, posterior a la reubicación se anotarán en las bitácoras él o los individuos observados, se fotografiarán y recorrerán la zona donde fue observado, con el fin de registrar si existen crías.

Integración y análisis de precios unitarios: En la siguiente tabla se presenta los costos considerados para la ejecución de esta medida de mitigación; se considera el precio más alto, para que sirva para fines de afianzamiento.

Tabla VI.13. Tabla de costos para llevar a cabo la MM2.

Concepto	Precio
1 Botiquín de primeros auxilios que incluya sueros antiofídico polivalente	\$9,400.00
1 Escalera de aluminio plegable	\$1,500.00
1 lote con 50 botellas de cloro de 2 litros para desinfectar trampas	\$1,800.00
1 Lote de 50 marcadores de tinta indeleble	\$6,500.00
1 lote de 50 paquetes de 4 pilas AA alcalinas para lámparas de cabeza, GPS	\$19,600.00
1 Suero ANTIMICRURICO se ubicara en el frente de obra	\$4,500.00
1 Suero ANTIVIPERINO se ubicara en el frente de obra	\$4,500.00

Concepto	Precio
1 Sueros anticapulina	\$2,300.00
10 Lts Vainilla para cebar trampas tipo Sherman	\$1,200.00
10 Martillos	\$1,200.00
200 Latas atún para cebar trampas tipo Tomahawk	\$3,600.00
100 Sacos de manta de 30 X 60 cm para transporte exclusiva de serpientes, estos deberán estar rotulados con leyenda "ANIMAL PONZOÑOSO" (15 para cada brigada)	\$2,500.00
100 Sacos de manta de 50 X 80 cm para transporte de Aves, mamíferos y reptiles de talla pequeña (15 para cada brigada)	\$3,200.00
2 Abrelatas	\$150.00
2 Guías de identificación de Anfibios y Reptiles (García, A., y G. Ceballos. 1994)	\$1,500.00
2 Guías de identificación de aves (Howell & Webb, 1995)	\$2,000.00
2 Guías de identificación de mamíferos a través de huellas y excretas (Aranda, 2000)	\$2,000.00
2 Reglas milimétricas	\$200.00
20 Paquetes de bolsas herméticas con 50 piezas cada uno para transporte exclusivo de anfibios	\$800.00
200 Latas de sardina para cebar trampas tipo Tomahawk	\$5,500.00
200 m de Film Plástico transparente de 80 cms de alto para trampas tipo barrera (reptiles)	\$1,500.00
200 m de piola de algodón	\$800.00
200 Sacos de manta de 15 X 30 cm para transporte de Aves, mamíferos y reptiles de talla pequeña (60 para cada brigada)	\$3,600.00
25 Botes de 19 litros para trampas de foso	\$2,500.00
25 kg de Avena para cebar trampas tipo Sherman	\$900.00
4 Redes tipo acuario	\$400.00
400 Banderines de Plástico color rojo para identificación de madrigueras o nidos (200 para cada brigada)	\$1,000.00
5 botes o baldes de 20 Litros para limpieza de trampas	\$250.00
6 Flexometro de 5 m y punta imantada	\$250.00
8 Pares de Guantes de carnaza	\$550.00
Depreciación de 1 GPS GARMIN Dakota™ 10-10, almacena 1,000 puntos y 200 tracks, Cumple la norma IPX7 del IEC 529 (resistente a brisa y lluvia, NO SUMERGIBLE)	\$500.00
Depreciación de 1 lote de 10 Lámparas para cabeza	\$650.00

Concepto	Precio
Depreciación de 10 ganchos herpetológico de 102 cm de aluminio templado	\$2,500.00
Depreciación de 10 Navajas	\$600.00
Depreciación de 15 jaulas de manta de 40 cm de diámetro y 70 cm de alto	\$3,500.00
Depreciación de 2 cámaras Samsung Ec-PCL 60 dimensiones: 94 x 59 x 23.7 mm.	\$800.00
Depreciación de 20 cajas de plástico de 40 x 30 x 20 para terrario	\$1,300.00
Depreciación de 20 cajas de plástico de 40 x 40 x 40 para terrario	\$1,300.00
Depreciación de 20 cajas de plástico de 90 x 60 x 30 para terrario	\$1,300.00
Depreciación de 20 cajas de plástico de 90 x 60 x 30 para terrario	\$1,300.00
Depreciación de 20 cajas de plástico de 90 x 90 x 90 para terrario	\$1,300.00
Depreciación de 30 Trampas Tomahawk de acero inoxidable, modelo 274002, sus dimensiones son de 36" de largo x 11" de ancho x 11"	\$15,200.00
Depreciación de 100 Trampas tipo Sherman de 240 X 80 X 95 mm (50 para cada brigada)	\$25,800.00
Depreciación de 8 Memorias SD de 2 GB para cámara digital	\$1,300.00
Gasolina vehículos (24 meses)	\$135,000.00
Depreciación de vehículos	\$245,000.00
Insumos de oficina (24 meses)	\$180,000.00
Indirectos (24 meses)	\$180,000.00
Elaboración de bitácoras	\$150,000.00
Total ejecución de la MM2	\$1,033,050.00

Estrategia de difusión 1: Generación y Promoción de empleo temporal.

Impacto que previene: Es una estrategia encaminada a las comunidades cercanas al proyecto con la finalidad de promover el empleo temporal, derivado de las acciones de modernización del trazo. Además de dar a conocer los periodos de trabajo, las áreas de afectación y los mecanismos necesarios para evitar afectaciones sobre los intereses de los pobladores.

Objetivo: Involucrar a los pobladores de las comunidades cercanas al trazo de los procesos constructivos y de la demanda de personal requerido para la ejecución de los trabajos de modernización.

Etapas de ejecución: Se ejecutara previo a los trabajos de modernización del camino, a través de la presentación del proyecto ante la comunidad.

Descripción de la Estrategia: Para esta medida, el promovente a través de la constructora, informara a las comunidades cercanas los días que se realizara la presentación del proyecto, ya sea a través de periódico, radio, volantes o perifoneo. Durante la reunión se dará a conocer a la comunidad los pormenores que se desprenden de los trabajos, la cantidad de personal que será requerido así la necesidad que se tendrá para cubrir necesidades y espacios por parte de la constructora, lo que beneficiara de manera directa a la comunidad a través de la activación de la economía.

VI.2. Impactos Residuales del SAR

Las medidas de prevención, compensación y mitigación que se exponen en la sección anterior se enfocan en la reducción, compensación y rehabilitación de los sitios o factores ambientales afectados por los impactos que derivan de las actividades de modernización (ampliación y rectificación de la terracería del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km7+211 al Km 12+000) y mejoramiento del camino (del Km 3+040 al Km 7+211). Se evaluó el grado en que las medidas de mitigación logran reducir cada impacto ambiental adverso. La evaluación se realizó de manera cualitativa, el valor en porcentaje se obtuvo por el promedio de los valores asignados por parte de los especialistas participantes en el estudio, después de haber discutido la extensión, magnitud, duración y contexto de los impactos así como el alcance de cada medida de mitigación por separado.

Los impactos acumulativos comprenden impactos de los proyectos y condiciones existentes dentro del Sistema Ambiental. El área donde se presenta el trazo del proyecto incluye los emplazamientos de actividades primarias que no son financiadas como parte del proyecto pero cuya existencia depende exclusivamente del mismo y cuyos bienes y servicios son esenciales para el proyecto, áreas potencialmente afectadas por impactos acumulativos, y áreas potencialmente impactadas por el desarrollo no planificado pero predecible, causado por proyectos que podrían ocurrir en un momento posterior o en lugar diferente. En este apartado, los proyectos principales considerados en el desarrollo de impactos acumulativos son principalmente el desarrollo de la infraestructura en las comunidades de Monte Olivo y Venustiano Carranza y las actividades adicionales que se generen por el crecimiento de estas comunidades; tal es el caso de reducción en la infiltración, contaminación de suelo, contaminación del aire, pérdida de diversidad biológica entre otras. De acuerdo a la cronología de eventos presentes en el sistema ambiental, estos no son sincrónicos, en este caso tenemos el incremento en el cambio de uso de suelo que ha venido ocurriendo desde finales de la década de 1980, sin embargo durante los últimos años el crecimiento poblacional se ha incrementado hasta un 7.08%; por lo que la demanda de viviendas y áreas de cultivo desplazo las áreas forestales en las comunidades de Venustiano Carranza y con el paso de los años en la localidad de Monte Olivo. Como resultado del análisis de la Tabla V.6., se identificaron un total de 9 impactos residuales, los cuales no serán mitigados, debido a que su origen beneficia las interrelaciones presentes en el SAR.

Tabla VI.14. Identificación de los impactos ambientales residuales derivados de la modernización del proyecto.

Impacto	Tipo de Impacto
Impacto 5: Modificación de los patrones hidrológicos de la zona donde se ejecute la modernización del proyecto	Severo
Impacto 8: Perdida de suelo orgánico	Moderado
Impacto 11: Modificación en el relieve	Severo
Impacto 12: Degradación de paisaje	Severo
Impacto 14: Aumento de efecto borde	Severo
Impacto 15: Cambios en la estructura y composición florística	Severo
Impacto 16: Cambios en la dinámica de las comunidades vegetales	Moderado
Impacto 21: Seguridad e integridad de la población	Severo
Impacto 22: Aumento de infraestructura a nivel regional	Moderado

Derivado de lo anterior, tenemos que de los 9 impactos identificados; de estos 7 son negativos (5 son severos y 2 son moderados) y 2 son positivos (1 moderado y 1 severo).

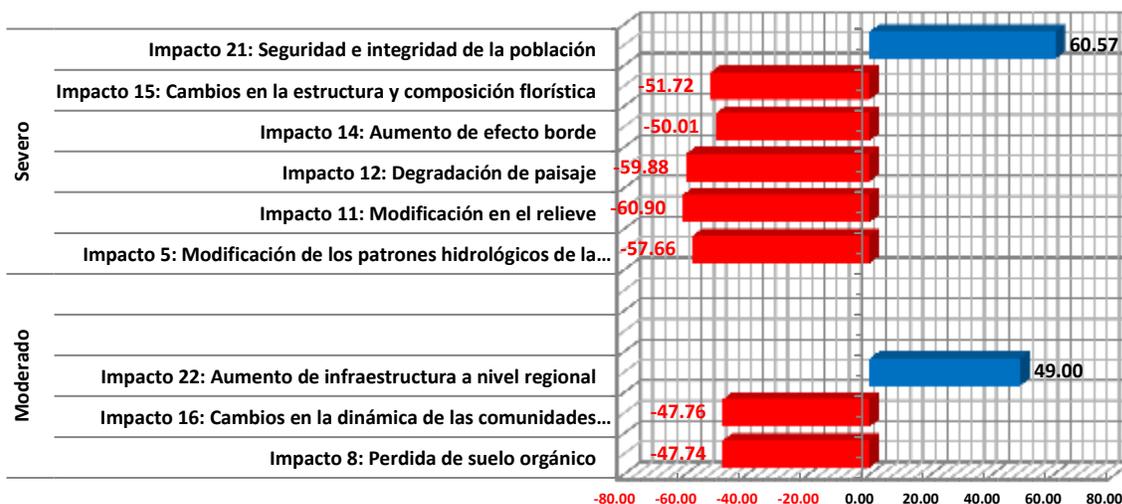


Figura VI.32. Valores de los Impactos RESIDUALES, se puede observar que se encuentran catalogados como MODERADOS y SEVEROS.

VI.3. Programa de monitoreo ambiental

El presente apartado tiene como finalidad el control de calidad ambiental durante las actividades de modernización y mejoramiento de la terracería actual, en el cual se definen los sistemas de medida y control de cada parámetro ambiental, así como los niveles de calidad ambiental al que se pretende llegar, por lo que debe ser una actividad crítica para verificar que las medidas de prevención, mitigación, compensación han funcionado adecuadamente y, en su caso, para determinar las modificaciones necesarias. Este programa, así como la estructura de supervisión ambiental, buscan la característica de ser lo más sencillo posible y al mismo tiempo, lo suficientemente eficaz para cumplir los objetivos. Por lo tanto, es importante que el programa sea sencillo porque tiene más probabilidades de ser implementado al 100% y ser más fácil para SEMARNAT o PROFEPA verificar que sus componentes estén en operación y sean efectivos. Una vez concluida la obra, el plan de monitoreo ambiental debe continuar a efectos de comprobar el adecuado funcionamiento de las medidas de mitigación o corrección ambiental ejecutadas.

El presente programa de monitoreo y vigilancia ambiental, está orientado en que se ejecuten las medidas de Prevención (MP), Compensación (MC) y Mitigación (MM) presentadas en este capítulo esto a través de la verificación y documentación de la correcta implementación de las medidas y en su caso, de las condicionantes expuestas en el documento Resolutivo de la MIA. De esta forma, los objetivos del programa de monitoreo y vigilancia ambiental son:

- 1) Verificar y documentar la correcta implementación de las medidas de mitigación y de las condicionantes al proyecto.
- 2) Examinar la efectividad y suficiencia de dichas medidas y condicionantes para lograr mínimamente los niveles programados de prevención, reducción y mitigación de impactos ambientales adversos.
- 3) Determinar, en caso necesario, las modificaciones necesarias o las medidas de mitigación adicionales para lograr los niveles mencionados.

Indicadores de seguimiento de los componentes ambientales, de la biodiversidad, suelo, agua y paisaje, sobre los cuales podría influir de forma negativa el proyecto.

Cuando las actividades de construcción del proyecto que fuere, se realizan de manera descuidada o agresiva al medio ambiente, y cuando las medidas de prevención y mitigación de impactos adversos son ejecutadas de manera parcial o ineficiente, el resultado es la ocurrencia de impactos que deberían haberse evitado, reducido o controlado; de esta forma, la identificación y el monitoreo de los indicadores son una herramienta de gran utilidad para el seguimiento de la realización de las actividades de cualquier proyecto, además de ser un instrumento importante en la determinación de la eficacia de dichas medidas.

En este contexto, en esta sección se propone un conjunto conformado por 14 indicadores específicos a los sitios de intervención para el seguimiento de la ejecución de las medias de mitigación propuestas en la presente MIA-R. Para cada sitio de intervención se describe de manera sintética la actividad de conservación y los indicadores, así como los umbrales de reacción y las medidas emergentes que deberán desarrollarse para el control

ambiental del proyecto. El valor umbral se refiere al valor crítico que determinará la necesidad de realizar acciones adicionales ya sea para prevenir, controlar o reducir impactos ambientales, o bien para corregir los obstáculos que estén impidiendo la correcta y completa ejecución de las medidas de prevención y mitigación. En la mayoría de los casos, el valor umbral se establece con respecto de lo programado, lo que permite una revisión semestral, trimensual o mensual, según sea requerido

Tabla VI.15. Indicadores de cumplimiento de las medidas de mitigación.

Indicador	Pronostico	En caso de no cumplir
1) Contrato de la empresa constructora que resulte ganadora, con una empresa cuyo giro sea manejo de residuos peligrosos y cuente con autorización vigente.	Presentar un contrato donde se detallen las acciones a seguir en caso de alguna contingencia; además de señalar que cada semana pasará la empresa a recoger embalados los residuos que pudieran considerarse peligrosos (cabe señalar que por su volumen los residuos a manejar en el frente de obra, no se consideran peligrosos, sin embargo se le dará ese tratamiento).	Contratar a una empresa que maneje residuos peligrosos bajo el esquema señalado en el umbral. No se podrá iniciar la preparación del sitio hasta cumplir con el umbral esperado.
2) Difusión de lineamientos generales. Generación de 2000 trípticos para difusión	cumplimiento del 100% de las reglas establecidas	Sanción al trabajador que no cumpla y retroalimentación al resto de los trabajadores
3) Límite del Desmonte	Solamente arboles marcados por el personal calificado	Compensación en una proporción de 3:1 de los árboles derribados, las especies a utilizar están indicadas en la MC1; sin embargo su ejecución estará sujeta a lo que disponga la Dirección de la ANP "APFyF Balam Ka'ax" dependiente de la CONANP.
4) Volatilización de residuos sólidos productos del desmonte y/o despalme	Cumplimiento del 100%	Se deberá dar retroalimentación a los trabajadores, en caso de que los trabajadores reincidan serán suspendidos
5) Monitoreo de Maquinaria	Se estima que el 100% de los equipos presentes en el área cumplan con la Norma ambiental	Se retirara del frente de obra toda maquinaria que no cumpla con lo establecido en la NOM041-Semarnat-2006
6) Ruido	Este punto da cumplimiento a la NOM-081-SEMARNAT-1994.	No se deberá rebasar con lo establecido con la Norma, en caso contrario se deberán reducir los tiempos de trabajo

Indicador	Pronostico	En caso de no cumplir
7) Superficie compensada (a través de siembra de arbolado).	11.61 Ha; de estas 8.80 Ha corresponden a la compensación 3:1 de la afectación forestal por acciones de ampliación y rectificación del eje actual (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000). Las 2.73 Ha restantes corresponde a la superficie en desuso que ubicada en los Km 0+800 al Km 1+000, del Km 1+800 al Km 2+100, del Km 2+120 al Km 2+400, del Km 2+460 al Km 2+980, del Km 7+211 al Km 7+760, del Km 7+780 al Km 8+020, del Km 8+060 al Km 8+320, del Km 8+440 al Km 8+520 y del Km 8+580 al Km 10+300	Restaurar un 20% adicional a la superficie indicada en la MC1. Realizar monitoreos hasta el 3er año después de haber iniciada la operación del proyecto. En caso de que la plantación sea menor al 80% se deberá restituir el arbolado muerto hasta alcanzar el umbral.
8) Número de individuos plantados.	13,990 individuos arbóreos, con na densidad promedio de 1,200 ejemplares / Ha - Superficie a restaurar 11.61 Ha.	Aumentar la cantidad de producción en vivero
9) Número de individuos sobrevivientes producto de la siembra en la superficie de restauración destinada	Mínimo del 80% - es decir 11,194 plantas en un periodo de 3 años.	Sustitución de individuos muertos hasta mantener como mínimo 80.00% de ejemplares vivos.
10) Número de individuos arbóreos y arbustivos sobrevivientes en pasos de Fauna	100% del total plantado	Sustitución de individuos arbustivos muertos.
11) Individuos ahuyentados en el D.V.	Mínimo 100 individuos de todos los grupos de vertebrados durante las actividades de Ahuyentamiento.	Si no se logra el mínimo requerido, se aumentara el personal dedicadas al Ahuyentamiento y se utilizaran otro instrumento que generen mayor cantidad de ruido
12) Reubicación de individuos porcentual y mortalidad máxima esperada	Menos del 5% de mortalidad de individuos capturados durante los procesos de mantenimiento y reubicación.	Reducir el estrés de los ejemplares, por lo que el cautiverio deberá ser menor a 2 horas

Indicador	Pronostico	En caso de no cumplir
13) Inducción ambiental y porcentaje del personal asistente	Se imparten platicas de inducción al personal de la obra cada 15 días	Si no se logra el mínimo requerido de impartición de curso y asiste menos del 80% del personal de la obra a los cursos, se realizará una campaña de difusión a través de repartición de trípticos informativos, colocación de mamparas con información referente al reglamento de la obra y a los objetivos del rescate de la fauna y flora, sobre la maquinaria, en los baños secos y botes de basura.
14) Número de animales atropellados.	Menor a 2 por Km del trazo.	Colocar anuncios que indiquen la reducción de velocidad desde 200 m antes en los sitios donde se registre la mayor cantidad de atropellos. Implementar un sistema de contención (malla triple nudo).
15) Huellas y rastros en los pasos de fauna.	En zonas donde existen escurrimientos intermitentes se deberán existir como mínimo 15 huellas o rastros (pelo, excreta, egagrópilas) por paso antes de las obras de limpieza. En zonas perturbadas deberá existir un registro mínimo de 4 huellas o rastros.	Se construirá nuevos bebederos en cada luz de los pasos inferiores y se llenará de agua cada semana durante el estiaje, durante 2 años, para restablecer rutas por dichos pasos. Además se esparcirá sal a la entrada y salida de cada paso de Fauna

Procedimientos para el programa de monitoreo de las medidas de mitigación y vigilancia ambiental

El procedimiento del monitoreo y vigilancia ambiental estará enfocado en la determinación eficaz de las técnicas implementadas durante la aplicación de las medidas de prevención, compensación y/o mitigación planteadas en la MIA-R, así como en las condicionantes estipuladas en el oficio Resolutivo, con el fin de evaluar su viabilidad desde el punto de vista ingenieril y biológico. El proceso de seguimiento de las acciones contemplará las condiciones iniciales del sitio, sobre todo para el biológico; así como el proceso constructivo y su realización, considerando las condiciones del sitio antes de iniciada cualquier etapa de construcción del trazo, comparando y observando las diferentes etapas y los beneficios del proceso de recuperación.

De esta forma, los indicadores señalados anteriormente serán comprobados mediante diferentes procesos (medición de los indicadores), y complementados con la toma de imágenes fotográficas de todos los sitios en donde se realice cualquier tipo de obra de protección y/o conservación. En el caso del deterioro de estructuras colocadas (canales,

bermas, diques, mallas, etc.), del establecimiento no exitoso de la plantación (en la zona de compensación/restauración), etc., podrán ser documentados a través de secuencias fotográficas. En todas las fotografías se anotarán las coordenadas geográficas en UTM, además de la dirección en que fueron tomadas (Norte, Sur, etc.) y la fecha de preferencia digitalizada en la foto. Una vez terminada la construcción de la obra se volverán a tomar fotografías con los datos señalados anteriormente y en la misma dirección.

En una bitácora se entregara un reporte completo y también serán anexadas cada una de estas fotografías mostrando el panorama del antes y el después; y de manera sintetizada se explicará si las actividades de protección y/o conservación o las medias propuestas están siendo efectivas, dicha bitácora será presentada anualmente, todo el tiempo que durante la construcción de la obra ante la delegación de PROFEPA en el estado de Chiapas; en caso de no cumplir con los objetivos se tendrá que implementar otras técnicas o recurrir a la misma media hasta alcanzar los objetivos deseados. La organización de la inspección y el seguimiento de las actividades serán controladas por un ingeniero civil supervisor de la obra y un biólogo en cada frente de obra. Ambos expertos tendrán a cargo la interpretación, evaluación y redacción del informe de actividades. En las bitácoras se presentará la información de cada una de sus áreas; así como la evaluación por separado de las obras, bajo las dos visiones y una evaluación en conjunto que permita determinar el éxito de las medidas. Este informe incluirá:

1. Fecha de inspección
2. Evaluación del diseño de la técnica o MP, MC y/o MM.
3. Deficiencias en cuanto a la Integración de la técnica aplicada.
4. Características de ingeniería
5. En caso de presentarse problemas, detallar que tipo de problema
6. Adecuación de las técnicas
7. Fecha de modificación de deficiencias
8. Reconocimiento el cual se realizara al menos una vez a la semana durante toda la construcción del proyecto, y dos años después de concluida la obra y puesta en marcha.

En el caso que durante la restauración sea necesario la modificación de alguna técnica desde el punto de vista del relieve, o por la pérdida de horizontes, la compactación, la susceptibilidad a la erosión o la recuperación de la cobertura vegetal será reportada y descrita en la bitácora.

VI.4. Montos para llevar a cabo las medidas de mitigación para fines de afianzamiento y licitación de obras

Fijación de los montos para las fianzas en caso de Incumpliendo de las Medidas de Prevención, Compensación y Mitigación

Como parte de las autorizaciones ambientales para proyectos de inversión y operación que están ligados a los resultados de las evaluaciones de las Manifestaciones de Impacto Ambiental, se han incorporado en México los seguros y las fianzas, sin embargo aun así no se tiene un panorama completo del papel que podrían cumplir ante los tipos de daños ambientales experimentados y el costo de compensación y mitigación.

Para poder ampliar este tipo de instrumentos en la política ambiental de México, es útil contar con estudios sobre los nuevos patrones de aplicación de seguros y fianzas en

temas ambientales, y al mismo tiempo, conocer el tipo de daños que se experimentan con mayor frecuencia en los proyectos así como el costo de las compensaciones y mitigaciones negociadas con las empresas o aseguradoras involucradas.

Aunque estas prácticas son muy comunes en otros países, en México no se difunden del todo sus beneficios. Hoy en día, contadas aseguradoras proveen de seguros contra eventos que puedan causar un daño ambiental, sin embargo la tendencia es hacia una mejora y modernización de estos instrumentos, que fortalezcan el cumplimiento de la propia normatividad ambiental (García y Martínez, 2003). Los siguientes párrafos se presentan con la finalidad de calcular el costo de la garantía de los impactos ambientales que presumiblemente se ocasionarán o se pueden producir en el ecosistema que involucra las inmediaciones donde ejecutarán los trabajos correspondientes a la Modernización del camino actual. Este tipo de garantías se solicitan con fundamento en lo establecido en el penúltimo párrafo del Artículo 35 y el Artículo 83 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), así como por la fracción II del Artículo 51 del Reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA). Este instrumento funcionará en primera instancia, en el aseguramiento del cumplimiento de las medidas de mitigación establecidas en materia de impacto ambiental para el proyecto, así como un instrumento que garantice la reparación de los daños ambientales determinados y no determinados, generados de manera voluntaria o por eventos externos no controlables, apegándose de forma estricta a las afectaciones del medio ambiente como lo establece el Artículo 49 del REIA y al beneficio del Artículo 52 de dicho reglamento.

Por la naturaleza misma del instrumento de fianza, se solicita que ésta se instituya conforme a la normatividad, solamente en las etapas de preparación del sitio y construcción; en este punto cabe recordar que el REIA en su Artículo 52 establece que “[...] *el Promovente podrá otorgar sólo los seguros o garantías que corresponda a la etapa del proyecto que se encuentre realizando*” de lo contrario se volvería un instrumento que pierde su propósito, por lo que se proponen convenios que permitan cumplir con las medidas de mitigación propuestas, lo que aprobaría dar cumplimiento a lo establecido en el párrafo segundo del Art. 53 del REIA. De esta forma, la fianza es una garantía que busca asegurar el cumplimiento de una obligación, sin embargo es un término, ambiguo, al hacer una referencia entre una garantía personal y una garantía real; en la primera de ellas, manifiesta la existencia de un Acreedor y Deudor, personas directamente ligadas en la obligación, una relación contra actual, cualquier que fuere el caso, y la existencia de una tercera persona ajena a la deuda, o a la obligación denominada en este caso fiador, persona que se constituya en la obligación de la cumplimentación de ésta en caso de que la persona obligada directamente a ello, como lo es el deudor, no quiera o no pueda cumplir o satisfacerla, y bajo esta misma tesitura en estricto sentido y en términos jurídicos es la exhibición de una cantidad de dinero, cierto, líquido y exigible, derivada de un contrato, como garantía de ciertas obligaciones a cumplir, establecidas y ejecutadas por la legislación de los estados y del Código Civil Federal, legislación de ocupación supletoria a las legislaciones estatales; es menester mencionar que la fianza se otorga únicamente con la preexistencia de una obligación válida, nacida de la Ley o de la voluntad de los consortes y demás partes.

En el régimen legal, la fianza, es por lo común, el resultado de la libre contratación de las partes, pero a veces, ésta es impuesta por la ley, la primera se llama fianza convencional, la segunda legal o judicial y la aceptación del fiador no le corresponde al acreedor sino al juez. La fianza funciona como garantía de cumplimiento de una obligación jurídica de

contenido económico, que cubre el monto que dejase de cumplir un deudor para con un acreedor y donde el incumplimiento usualmente es por un acto de voluntad de una de las partes involucradas. Las fianzas pretenden complementar el papel que tiene la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) a efecto de velar por el cumplimiento de la normatividad, en este caso el cumplimiento estricto de las condicionantes en materia de impacto ambiental.

En este contexto, las medidas propuestas en este capítulo se enfocan a la minimización, prevención y/o compensación, de los impactos identificados, de acuerdo a las prioridades identificadas:

1. Evitar la generación de materiales volátiles durante las actividades de preparación del sitio y construcción.
2. Evitar la contaminación del suelo durante las actividades de preparación del sitio; construcción, operación y mantenimiento.
3. Evitar la contaminación de agua durante las actividades de preparación del sitio; construcción, operación y mantenimiento.
4. Reducir la generación de ruido producto de las actividades de preparación del sitio, construcción y operación.
5. Reducir el efecto borde de las especies de flora presentes en los predios contiguos al área de desplante del proyecto
6. Reducir el impacto sobre la fauna silvestre, desde las actividades de preparación y construcción, hasta la operación del proyecto.
7. Promover la dispersión de las comunidades faunísticas, así como la generación de hábitats y la recarga del acuífero a través del programa de reforestación
8. Promover la restauración ecológica.

Además, para impactos que ocurren durante la construcción, será importante establecer y aplicar acciones para reducir o controlar el impacto ambiental.

Determinación del monto de la Fianza

La degradación ambiental puede tener consecuencias negativas en el bienestar de otros, por lo que identificar la naturaleza del daño ocasionado por la degradación ambiental nos permite dar una perspectiva racional a la conservación. El identificar cuanto valor perderá la sociedad como resultado de la degradación ambiental no es trivial, desde hace años el medir estos valores en términos ambientales, ha hecho que la teoría económica haya desarrollado diversas técnicas, sin embargo existen limitaciones y dimensiones como el valor cultural que no pueden ser traducidas a términos monetarios. Mitchel y Carson (1989) y Sánchez y cols. (2003), hicieron una clasificación de los métodos para estimar estos valores, basándose en dos de sus características.

La primera de estas es, si los datos provienen de observaciones de personas que reaccionan a situaciones reales o si son resultado de preguntas hipotéticas y la segunda es si el método se basa en valores monetarios o si deben ser inferidos por técnicas indirectas basadas en modelos de elección y comportamiento individual. Con base en estas dos características, cualquier método para estimar valores ambientales puede situarse en cuatro categorías posibles de comportamiento; observado directo, observado indirecto, hipotético directo e hipotético indirecto. Dentro de los métodos de observación

indirecta, los cuales buscan inferir indirectamente las preferencias de los individuos por ítems del medio ambiente, examinando su comportamiento en los mercados que están ligados al medio ambiente, encontramos a los siguientes: el método de costo de viaje, método de comportamiento evasivo y gasto defensivo y el método de precios hedónicos. De éstos, el método de comportamiento evasivo y gasto defensivo se basa en las observaciones de los gastos en que incurren los agentes para protegerse, o compensar, un deterioro ambiental. Las técnicas de éste utilizan observaciones del comportamiento de las personas así como fuentes empíricas para recolectar información, lo cual incluye encuestas y consultas a expertos como en el caso de este proyecto. En este método se asume que los individuos conocen el nivel de riesgo ambiental y que reaccionan proporcionalmente a este riesgo. Existen fallas en el sistema económico que hacen que los agentes económicos no consideren el costo social de sus acciones y que no reconozcan la contribución económica que hacen los ecosistemas. Para esto, los incentivos que establece la fianza para cumplir con los requisitos ambientales depende de la precisión del cálculo de lo perdido; esto sería una desventaja ya que existe la posibilidad de subestimar el monto, lo cual implica que el costo de contaminar o dañar de alguna forma el ambiente es menor para el productor que aquello que gana al contaminar.

Valoración de los montos para fianzas

Conforme a la información anterior, la fianza que se determina representa el costo real del cumplimiento de las medidas propuestas en este documento y en su caso, la reparación del daño ambiental por situaciones de contingencia que sean directamente atribuibles al proyecto. En cuanto a la estimación de los gastos operativos para el cumplimiento de las dichas medidas a continuación se realiza el desglose

Tabla VI.16. Precios unitarios para llevar a cabo las medidas de mitigación propuestas para atenuar, minimizar y/o prevenir impactos al ambiente, consecuencia de la construcción y operación del proyecto.

Medida de Mitigación	Monto total de su ejecución (\$)
Estrategia de difusión 1: Generación y Promoción de empleo temporal	Se incluye en los costos de la MP1
Medida de prevención 1: Programa de Gestión y Supervisión Ambiental	\$ 3,913.800.00
Medida de Prevención 2: Estadía en el sitio del proyecto; incluye directrices de operación para el personal así como subprograma de mantenimiento para la reducción de emisiones a la atmosfera, emisión de polvos y control de los niveles de ruidos	\$ 2,318,900.00
Medida de prevención 3: Lineamientos para los procesos de Desmonte y despalme.	Se incluye en los costos de la MP1
Medida de Prevención 4: Programa de supervisión y manejo de Residuos Sólidos Urbanos y Residuos Peligrosos.	\$ 1,156,690.00
Medida de Prevención 5: Adecuación de pasos de Fauna.	\$ 1,590,250.00

Medida de Mitigación	Monto total de su ejecución (\$)
Medida de Mitigación 1: Programa de recolección de germoplasma	\$ 1,113,600.00
Medida de Mitigación 2: Programa de Rescate y Reubicación Fauna	\$,1033,050.00
Medida de Compensación 1: Restauración ambiental	Se requiere de la asignación de los sitios de reforestación por parte de la CONANP
Costo total por la ejecución de las medidas	\$ 11,126,290.00

De acuerdo al cálculo de costos, la ejecución de las Medidas de Prevención, Compensación y Mitigación ascienden a **\$11,126,290.00 (Once Millones Ciento Veintiséis Mil Doscientos Noventa Pesos 00/100 M.N)**, de tal forma que se establece que para llevar a cabo las actividades de modernización de la carretera **“MODERNIZACIÓN DEL CAMINO MONTE OLIVO - VENUSTIANO CARRANZA, TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 12+000, CON UNA META DE 12.0 KM, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO”**, y con el fin de salvaguardar la estabilidad de los ecosistemas y comunidades que en ellos se desarrolla, el promovente deberá cubrir una fianza equivalente al 20% del monto total de la aplicación de las medidas de mitigación, siendo esta de **\$2,225,258.00 (Dos Millones Doscientos Veinticinco Mil Doscientos Cincuenta y Ocho Pesos Pesos 00/100 M.N)**, como garantía del cumplimiento de las Medidas de Mitigación expuestas en este documento, y en su caso el costo que implicaría la posibilidad de incumplimiento de las mismas y que podría derivar en afectaciones ambientales, que obligaría a la remediación total del sitio afectado.

Es necesario destacar que esta fianza es **UNA MEDIDA PRECAUTORIA**, que se toma ante la duda razonable, que genera el hecho de que en la práctica la empresa constructora incumpliera con las propuestas en el presente estudio y que ello provocará daños ambientales que hicieran necesaria su compensación a través de la remediación total del sitio afectado, por ello se solicita este afianzamiento que a la vez garantice su cumplimiento.

CAPÍTULO VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1. Descripción y análisis del escenario ambiental tendencial sin proyecto

El Sistema Ambiental Regional (SAR) se ubica dentro de los municipios José María Morelos y Bacalar, en el Estado de Quintana Roo, integrado por 14 localidades; Monte Olivo, Venustiano Carranza La Isla, Caanán, Los Girasoles, San José de la Cruz, El Huanal, El Mirador, Nueva Cunducan, Francisco Villa, Plan de la Noria, Dieciocho de Marzo, La Primavera, y Guadalupe Victoria. Estas circunscripciones son de relevancia social para los municipios, fundamentalmente por su situación geográfica.

El principal reto ambiental y de desarrollo que afronta la región donde se asienta el Sistema Ambiental Regional delimitado para el proyecto, es el aspecto forestal. La mayor parte de la superficie que integra al SAR son terrenos nacionales y por tanto sin propiedad particular, esto favorece a la tala clandestina y el contrabando de madera, que de acuerdo con las autoridades municipales de José María Morelos, es un problema difícil de controlar por carecerse de la infraestructura y personal adecuados.

La relación entre la gente y la fauna silvestre no se restringe únicamente al uso de ésta, numerosas especies animales son dañadas por considerarseles una amenaza para los pobladores de la zona. Algunas especies de animales causan daños considerables a la población y afectan otros sistemas productivos, como ejemplo la coralillo (*Micrurus sp.*) la cual ocasiona daños a la salud y el loro frente blanca (*Amazona albifrons*) que ocasiona daños a los cultivos, entre otras. La cacería furtiva dirigida a especies con valor alimenticio o de ornato, que sin control puede ocasionar la posible sobreexplotación de sus poblaciones.

La ganadería extensiva representa la actividad más importante en la zona de influencia, que ocasiona grandes extensiones de tierra desmontadas sembradas con pasto para el ganado. Esto representa un serio problema para los ecosistemas de la región ya que favorece la deforestación, la degradación gradual de los ecosistemas, así como la invasión y propagación de especies de pasto que no son de la región. Sin embargo, esto es consecuencia de la escasa variedad de alternativas de ingresos económicos para las comunidades de la zona. En cuanto a la agricultura en la zona, ésta se lleva a cabo bajo el sistema de rozatumba-quema, que sin la adecuada vigilancia por parte de los comunitarios, ocasionan incendios forestales que provocan la modificación de las condiciones de los ecosistemas del área y la erosión paulatina del suelo.

Las especies de plantas de mayor importancia económica para la región, son principalmente las arbóreas, destacándose entre ellas las maderables. Sin embargo, éstas constituyen solamente unas cuantas especies vegetales. Como en otras zonas tropicales, las selvas de esta área presentan una dominancia de maderas duras. En este sentido, la región ha estado sujeta a un corte selectivo de los árboles mejor constituidos y de mayor valor económico, transformando la estructura original de la vegetación.

Los problemas sociales, económicos y políticos de la década de los setenta en las regiones de alta densidad de población, en el Centro y Norte del país, hicieron que el gobierno federal se fijara en Quintana Roo y así se inició un poblamiento dirigido (1970-1976). Esta política sirvió para reubicar a los campesinos (mitigando los problemas agrarios nacionales) e impulsar también los intereses locales de convertir en estado al territorio. Se crearon nuevos centros de población ejidal (NCPE), con habitantes de diferentes estados y en menor proporción reubicando gente del territorio. Los sistemas productivos de las comunidades de la región donde se asienta el SAR reflejan su diversidad social y cultural. En los ejidos de población mayoritariamente maya, la producción se basa en la explotación forestal y la agricultura bajo el sistema de Roza-Tumba-Quema. En aquellos ejidos en los que la población predominante tiene su origen en otras regiones del país (Tabasco, Veracruz, etc.), la producción se basa en la agricultura y ganadería extensivas. Las actividades forestales predominantes son la extracción de maderas duras tales como jabón (*Piscidia piscipula*); siricote (*Cordia dodecandra*), pucté (*Bucida buceras*), etc., y maderas preciosas como la caoba (*Swietenia macrophila*) y el cedro (*Cedrella odorata*), la extracción del látex del chicozapote (*Manilkara zapota*) para la elaboración de chicle natural de exportación, la cacería y la extracción de madera y otros materiales para la construcción de viviendas.

De esta forma, es claro que el SAR en un escenario tendencial deberá sus cambios al comportamiento demográfico y composición de sus actividades productivas, por lo que es importante, entender primero las modificaciones que se esperan para el medio socioeconómico y con base en lo que ha sucedido en el pasado inferir los cambios para los siguientes años.

El proceso de regionalización histórico del Estado de Quintana Roo, dio como resultado la delimitación de 3 regiones económicas, el Sistema Ambiental Regional delimitado para proyecto se ubica en dos regiones, en la denominada Zona Maya, ubicada en la porción Norte del Sistema y en la Región Sur, que comprende la porción Centro-Sur del SAR.

Los municipios donde se asienta el SAR contaban en 2005 con una población de 219,763 habitantes para Othón P. Blanco y con 32,746 habitantes el municipio José María Morelos; para 2010, de acuerdo a INEGI, con una población de 36,179 habitantes para el municipio José María Morelos, de los cuales 19,006 eran hombres y 18,173 mujeres, con una densidad de población de 7.76 hab/km². Para el municipio de Othón P. Blanco (segregado para conformar el municipio de Bacalar) contaba con un total de 244,553 habitantes, de los cuales 121,906 eran hombres y 122,647 mujeres, con una densidad poblacional de 15.33 hab/km².

De acuerdo a las proyecciones del Consejo Nacional de Población, CONAPO, en 2010 la población del municipio de Othón P. Blanco habría sufrido un incremento a 24,790 habitantes lo cual representó el 1.8% de la población estatal; para el caso del municipio de José María Morelos su incremento solo fue de 3,430 habitantes, lo que representó el 0.25% de la población estatal; de acuerdo a este comportamiento se espera que para el 2030 nuevamente se incrementará. La tasa de crecimiento en 2010 para Othón P. Blanco se registró en 5.28%, superior a la registrada para el estado, y se estima que para 2030 se mantenga con valores del orden del 3.89% o superior, superando a la esperada para el estado. Con lo que se espera un incremento demográfico mayor en el año 2030. A pesar de que existirá un crecimiento demográfico en la entidad, en el SAR, esta será menor en

términos relativos, esto debido a que la población suele concentrarse en las zonas más urbanizadas y la región que comprende el proyecto no lo es.

Tomando como referencia los datos ofrecidos por CONAPO, la pirámide poblacional para el SAR, se ha ido modificando a través de los años; un dato importante en cuanto a la población es un municipio es la edad de sus habitantes, ya que de ella depende la fuerza de trabajo y en consecuencia el dinamismo de su economía; en este sentido, de acuerdo al censo 2010, cerca del 50% de los habitantes que integran el SAR se encuentran dentro de la población activa, esto nos indica que se cuenta con una suficiente fuerza de trabajo. También es de destacar que alrededor del 35% de la población es menor de 15 años, lo que es un indicativo que señala que se tiene una población con edades óptimas para su desarrollo, ya que si este porcentaje fuera menor nuestra tasa de actividad general disminuiría, y traería como consecuencia que las personas que laboran tendrían que producir para un gran número de personas que no generan bienes. Con estos valores se puede presuponer que el SAR, en una perspectiva tendencial a 2030 disminuirá la población infantil, por lo que se reducirá la población en edad escolar, en contraste se incrementará la población en edad laboral y reproductiva, se espera mayor demanda de fuentes de empleo y requerimiento de vivienda, también se incrementará la población de 60 años y más por lo que será necesario generar mayores apoyos, sobre todo en seguridad social.

Pues este desplazamiento en la pirámide de edades muestra que en el mediano y largo plazos la mayor parte de la población se encontrará en los grupos de edad adulta y adulta mayor, lo que implicará fuertes presiones en el sistema de salud y seguridad social tanto a nivel del SAR, como municipal, por lo que además de ampliar y mejorar la infraestructura de salud para atender a la población actual, con el fin de mejorar su nivel y calidad de vida enfatizando la atención a los grupos vulnerables de la Región.

La distribución por grupo de edad muestra que el empuje poblacional en la población de 0 a 14 años reflejará la disminución en la tasa de natalidad observada en los últimos diez años, lo que reduciría notablemente las necesidades de educación básica. La dinámica de población más elevada se concentra en el estrato de población de la tercera edad (60 o más años), lo que implicará una presión sustancial en términos del gasto en salud, pensiones y atención social a este grupo poblacional. La población entre 15 y 60 años (PEA y PEI) tendría una dinámica de crecimiento sustancialmente más elevada, lo que seguirá ejerciendo presión al sistema en cuanto al desarrollo de las actividades económicas que se desarrollan, las cuales dentro del SAR se identifican como predominantes las del sector primario, con el cultivo de chile, frijol, maíz y jitomate.

Con respecto a la migración, según datos del Consejo Estatal de la Población, los migrantes tienen de 15 a 35 años. Hace diez años, la entidad apenas figuraba en las cifras de expulsión económica de personas; hoy Quintana Roo es la veintiunava entidad mexicana en producir indocumentados para Estados Unidos. Durante el periodo 1995-1999, la pérdida neta de población por la migración interestatal pasó en promedio a -0.26 habitantes por cada cien anual, para 2005 fue de -0.27 y en 2010 la tasa fue de -0.26. Para el periodo de proyección se ha estimado que la migración interna pasará de -0.27 en 2015 a -0.26 por cada cien habitantes en 2030. Adicionalmente a los movimientos al interior de nuestro país, la migración internacional, cuyo principal destino es Estados Unidos de América, también juega un importante papel en el crecimiento y distribución por sexo y edad de la población. En el caso de Quintana Roo, sobre todo en la porción Sur

del estado, donde colinda con el país de Belice, la migración hacia el país vecino ha sido un componente relevante para entender el cambio poblacional de la entidad. Durante el periodo 1990-1999, la entidad presentó una pérdida migratoria al registrarse una tasa de -0.04 por cada mil habitantes; sin embargo, en el período 2000-2010 hay fluctuaciones, tal que la tasa mínima se registró en 2005 (-0.24), la tasa de 2010 fue de -0.06. Si bien la entidad se sigue caracterizando por la expulsión de población, en el período proyectado se ha establecido en promedio una tasa de -0.09 por cada mil personas. En el caso del SAR, se estima que la migración disminuirá durante los próximos 14 años y será uno de los factores que influyan para el incremento de la población asentada en edad productiva en el sistema.

La dinámica de población implicará que el número de viviendas en los municipios aumente; de esta forma de las 8,295 viviendas del municipio de José María Morelos, se espera para 2030 sea de 14,829; para Othón P. Blanco, se espera que de las 65,893 registradas en la actualidad, en 2030 sea de 98,984. Esto conlleva la creación 2,830 viviendas por año en los próximos 14 años. Este ritmo de generación de vivienda, acompañado del objetivo fundamental para la Región de abatimiento de la pobreza y mejoramiento de la calidad de vida (en el municipio de José María Morelos) implicará un esfuerzo importante en la provisión de servicios básicos, tales como agua potable, drenaje, electricidad, entre otros. La dinámica anterior implicaría cambios marginales en la composición de la PEA por sector de actividad. En específico, se anticipa un incremento de la PEA agropecuaria. En materia de crecimiento regional, se espera una composición del valor de la producción regional sin cambios sustantivos.

Con los datos del medio socioeconómico que se integraron al SIG, y a partir del cambio del uso del suelo y vegetación (USV) entre 1995 y el 2010; se generó un escenario tendencial, mediante la utilización del algoritmo CA_Markov, incluido en el programa de cómputo IDRISI. El algoritmo utiliza cadenas Markovianas que permiten calcular la probabilidad de cambio de una clase a otra con base en la matriz de cambios de un cierto lapso. La idea subyacente es que los cambios observados en un periodo de tiempo tienen tendencia a repetirse en un periodo posterior (Paegelow *et al*, 2003). Se genera una matriz de transición que toma en cuenta la matriz de un momento inicial (el USV 1995) y la de uno siguiente (el USV 2010). La matriz de transición permite el cálculo de cuáles serán las superficies de cada clase de usos del suelo en el año 2030 si las tendencias lineales del periodo 1995-2010 prosiguieran. El programa utiliza también un subprograma de decisiones multicriterio y multiobjetivos.

Con técnicas multicriterio se definen las áreas más aptas para cada clase de uso del suelo. Es la técnica que se empleó para la elaboración de los mapas sectoriales de aptitud del suelo, pero ahora enfocada a las clases de uso del suelo. De esta forma se establecen cuáles son las mejores áreas para ubicar o para eliminar superficie de las clases que se calcularon con las cadenas Markovianas. Finalmente el programa utiliza un modelo de autómatas celulares que a partir de una celda evalúa su entorno inmediato e incrementa los valores de aptitud de una clase si alrededor existen otras celdas con el mismo tipo de uso del suelo.

Resumiendo, el programa con base en el pasado, prevé las cantidades de superficies que cambiarán y, con base en la vocación del suelo y el entorno inmediato de cada celda, las ubica creando un mapa a futuro. El sistema efectúa cálculos muy pesados y por lo tanto el número de clases utilizadas y el nivel de resolución del análisis (tamaño de cada celdas)

tiene que ser calculado para no saturar el procesador. Por ello, se generalizaron las clases consideradas en los usos de suelo (Ambas capas del USV de 1995 y 2015, poseen la misma clasificación con la finalidad de obtener un verdadero análisis de las áreas de los tipos de vegetación que se van reduciendo e incrementando), y el tamaño de la celda a considerar fue de 10 metros, lo que reduce el número total de operaciones de cómputo. La cartografía resultante contiene las siguientes clases de uso de suelo y vegetación:

- ✓ Áreas agrícolas
- ✓ Asentamientos humanos
- ✓ Cuerpos de agua
- ✓ Pastizal
- ✓ Selva Baja Caducifolia Inundable
- ✓ Sin vegetación aparente
- ✓ Selva Mediana Subperennifolia conservada
- ✓ Selva Mediana Subperennifolia medianamente conservada
- ✓ Selva Mediana Subperennifolia perturbada
- ✓ Zona inundable

La dinámica social, obliga a realizar un análisis de los principales tipos de vegetación con respecto al cambio de suelo de la vegetación original y las actividades económicas que se realizan en cada una de ellas. En la siguiente tabla se expresa la tendencia que seguirán los diferentes tipos de vegetación y usos de suelo presentes en el SAR. De manera general el SAR en el escenario tendencial, mostrará cambios en algunos usos de suelo. Los cambios más notables son el incremento en la agricultura, el incremento en los asentamientos humanos así como el aumento de las zonas de pastizal, por tanto los cambios florísticos no se harán esperar y las especies generalistas desplazarán a las especialistas como ha sucedido en los últimos años en las zonas actualmente perturbadas, esto no solo ha afectado la estructura sino también ha mermado las funciones. Estos cambios se dan a consecuencia de las tendencias que vienen dándose en el SAR en los últimos años. La modificación de la estructura de la vegetación traerá consigo cambios colaterales ya que los géneros forestales de la selva mediana subperennifolia tienen mayor capacidad para la captura de carbono, a diferencia de los usos de suelo de asentamientos humanos e incluso agrícolas y pastizales.

Tabla VII.1. Comparación del escenario actual y tendencial al 2030 del uso de suelo y vegetación del SAR.

Uso de Suelo y Vegetación	Escenario pasado	Escenario actual	Escenario tendencial
Áreas Agrícolas	475.22 Ha	797.31 Ha	1968.50 Ha
Asentamientos Humanos	28.39 Ha	49.93 Ha	94.96 Ha
Cuerpo de agua	19.01 Ha	18.48 Ha	18.48 Ha
Pastizal	21.98 Ha	34.03 Ha	79.39 Ha
SBC Inundable	6,433.06 Ha	6328.59 Ha	6,050.73 Ha

Uso de Suelo y Vegetación	Escenario pasado	Escenario actual	Escenario tendencial
Sin vegetación aparente	7.99 Ha	9.69 Ha	110.34 Ha
SMSP Conservada	356.17 Ha	312.31 Ha	92.49 Ha
SMSP medianamente conservada	980.68 Ha	850.21 Ha	739.04 Ha
SMSP perturbada	2,023.18 Ha	2,006.78 Ha	1,301.42 Ha
Zona Inundable	1,089.32 Ha	1,027.69 Ha	979.65 Ha

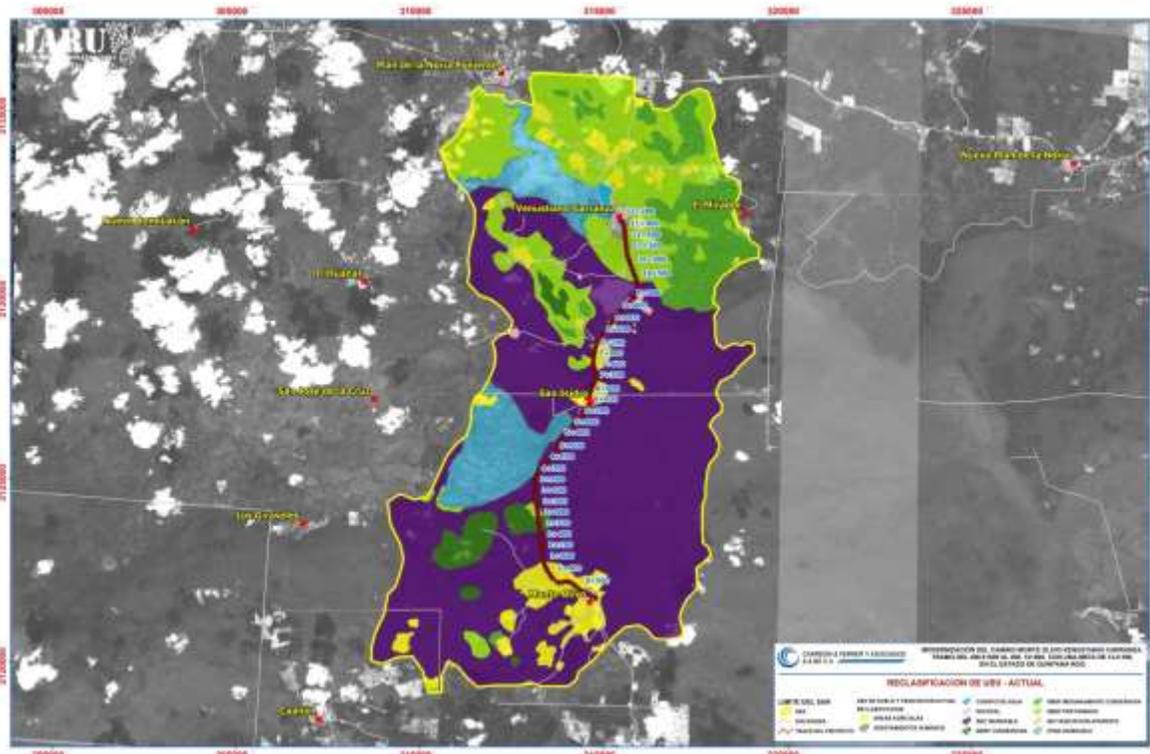


Figura VII.1. Uso de Suelo y Vegetación del Sistema Ambiental Regional actual.

Actualmente el uso de suelo que domina el SAR es la Selva Baja Inundable con 6,328.59 Ha, y para el 2030 la tendencia apunta a que siga siendo el de mayor superficie, sin embargo con una ligera disminución, esto frente al incremento de asentamientos humanos, pues si bien, generalmente los pobladores no utilizan las zonas de este tipo de vegetación para su establecimiento, porque son muy susceptibles de inundarse, si extraen en gran medida los materiales necesarios para la construcción de sus viviendas, como son postes de madera y palmas para el techado de sus viviendas, consecuente se espera que disminuyan, representando 6,050.73 Ha con una disminución de hasta 277.86 Ha, esta tendencia se ha mantenido a través de los años, pues de antaño las afectaciones sobre la SBC inundable se traducen en un incremento en las zonas con vegetación

perturbada. Pues al empezar a tener intrusión antropogénica la composición vegetal cambia y consecuentemente también su fisonomía, y conforme se van incrementado las actividades humanas en estos sitios se va deteriorando más, hasta llegar a formar parte de una vegetación secundaria; si bien este proceso toma muchos años en los cuales se de una alteración constante, el ganado puede ser un factor detonante, pues al fomentar la introducción del ganado, a una alimentación y cría de manera extensiva, el proceso de alteración se acelera, y si a esto le sumamos el aprovechamiento selectivo de la vegetación principalmente para leña y postes para vivienda, la introducción de especies ajenas al sitio y el favorecimiento para su crecimiento es inminente. De esta forma, de las 6,328.59 Ha que conforman para 2030 se espera solo representen 6,050.73 Ha, esto se da principalmente porque al ser ya vegetación alterada, es más fácil su retiro para la introducción de pastizales o incluso para ser utilizados en la agricultura.

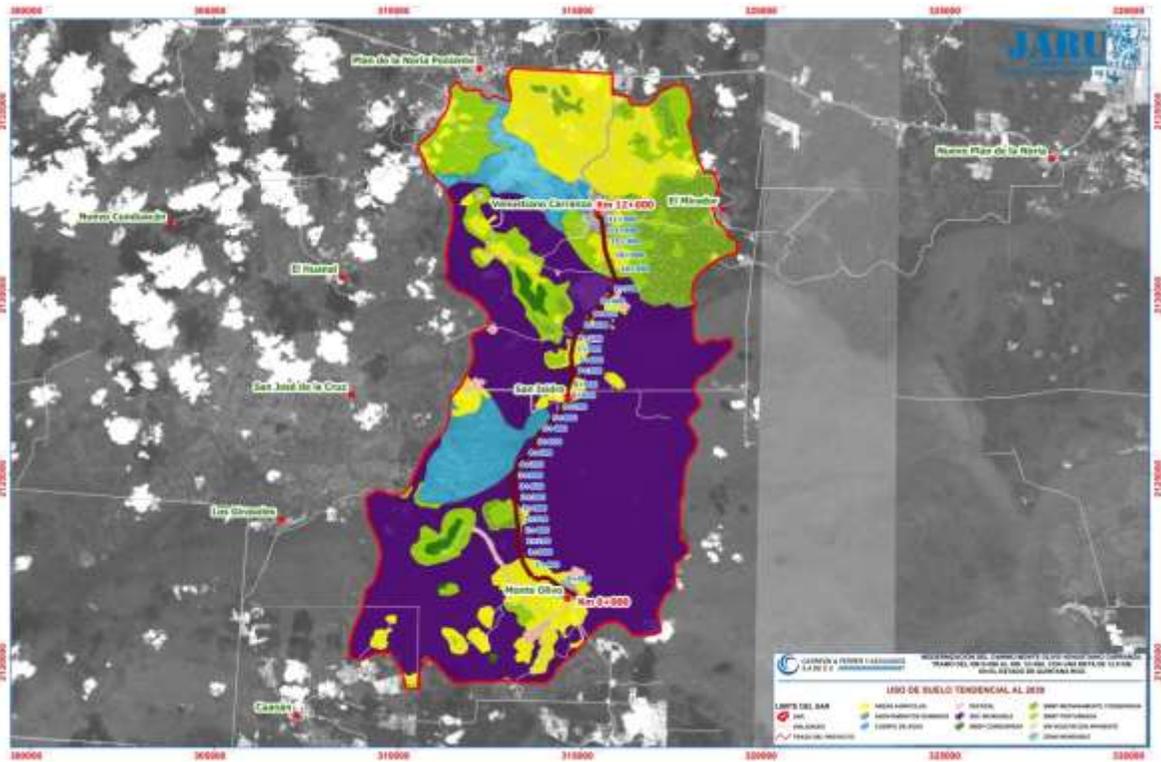


Figura VII.2. Uso de Suelo y Vegetación del Sistema Ambiental Regional tendencial sin proyecto al 2030.

Por su parte, el pastizal inducido (o cultivado) que es utilizado para el sostenimiento del ganado, en la actualidad representa 34.03 Ha, y se espera pueda incrementarse hasta las 79.39 Ha; la agricultura, en la actualidad posee 791.31 Ha y se prevé se incrementen hasta 1,968.50 Ha más, representando de esta forma para 2030 un incremento significativo de 1,171.19 Ha; ambos usos se favorecerán frente a la disminución de la selva mediana subperennifolia.

Los asentamientos humanos se incrementan 45.03 Ha, actualmente existen 49.93 Ha y se pronostica que habrá 94.96 Ha para 2030, este aumento se llevará a cabo en las zonas aledañas de los asentamientos ya establecidos, así como sobre algunas zonas de cultivo y los remanentes de vegetación perturbada que existen próximas a las zonas de asentamientos humanos. De modo que, la expansión de los asentamientos humanos se prevé se dé sobre las zonas que actualmente poseen vegetación perturbada de selva mediana subperennifolia, cercana a los asentamientos actuales.

De forma general el panorama florístico vegetal no muestra un cambio importante en los próximos catorce años. La dinámica que se vive dentro del SAR desde hace años y en la actualidad son las directrices que marcan la tendencia de la zona de estudio, los cambios más drásticos que se observan en la siguiente figura, son consecuencia de los usos actuales y los requerimientos diarios de los pobladores. Los cambios en la flora esperados son los mismos que se han observado desde que el SAR ha ido cambiando paulatinamente sus zonas forestales principalmente de selva mediana subperennifolia por zonas de cultivo, originándose desde entonces extensiones importantes de vegetación secundaria que alojan especies indicadoras de perturbación.

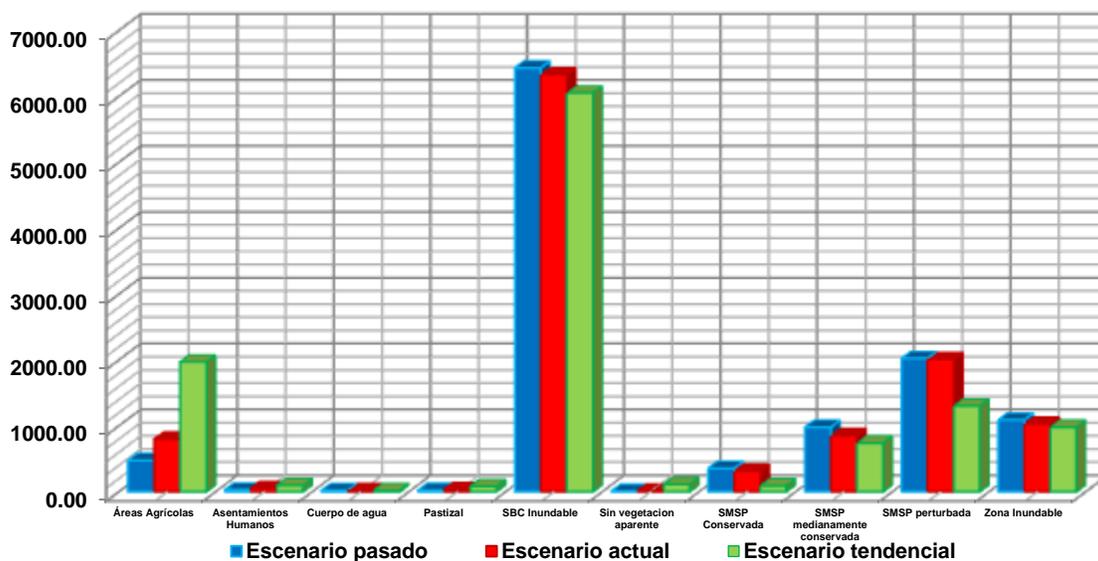


Figura VII.3. Tendencial de los cambios de Vegetación y usos del suelo dentro del SAR.

Como puede observarse en la figura anterior, el escenario actual y tendencial son muy similares; los cambios esperados son mucho menores y si tuviéramos oportunidad de tener imágenes de satélite de hace más de 40 años, se podría percatar que el escenario tendencial, no se refleja en una función matemática representada por una recta sino a una función parabólica, con una asíntota en un punto aún no identificado (pero estamos cerca del alcanzar dicho punto), esto es, no se llegará nunca a una degradación total del sistema, ni a una pérdida total de la vegetación y sus servicios; por el contrario si la política fuera diferente a como la tenemos y se aplicaran programas de remediación por parte de profesionales, se revertiría parte del daño, desgraciadamente esto no se observó en las tendencias.

El comportamiento de la fauna que se ha venido dando en los últimos 20 años apunta a la pérdida de hábitats, esto debido fundamentalmente a la reducción en superficie y alteración de la selva mediana subperennifolia del SAR, por lo que de forma tendencial se prevé siga ocurriendo en un futuro esta pérdida.

Por otra parte, al considerar una pérdida de 497.68 Ha sobre la vegetación natural del SAR puede intuirse que la fauna silvestre experimentará un fuerte efecto sobre las poblaciones de las especies muy especialistas, ligadas a las zonas cubiertas por selva; un bajo efecto hacia las especies de amplitudes ecológicas moderadas (vertebrados que pueden sobrevivir tanto en hábitats conservados o perturbados); que son la mayoría de las especies del SAR y, por último se espera que algunas especies se vean favorecidas; en tal caso se encuentran las especies adaptadas a zonas modificadas o alteradas.

La fauna fuertemente ligada a la selva mediana subperennifolia conservada será la que se verá más afectada, debido a que este hábitat presentará un importante decremento y está bajo fuerte presión por los recursos que contiene, pues como se prevé, las zonas que sostienen vegetación natural experimentarán un decremento de hasta 497.68 Ha en conjunto (SBC inundable y SMSP conservada). Por otra parte, se espera un aumento de conflictos entre el hombre y la fauna silvestre, sobre todo aquella fauna que utiliza el área de agricultura y los pastizales como un recurso alimenticio. Asimismo, aumenta los conflictos entre la fauna doméstica y feral (gatos y perros que han escapado del control domestico) sobre la fauna silvestre.

Por tanto, la tendencia para los próximos 14 años apunta a una disminución en la diversidad alfa y beta y a mantenerse la diversidad gama. Sin embargo, se estima que la diversidad alfa disminuya en las zonas de selva mediana subperennifolia, y aumente ligeramente en los ecosistemas más perturbados (pastizal inducido). El cambio más importante será en la diversidad beta, se espera que para estos años la composición faunística sea más homogénea a lo largo de las distintas unidades del paisaje o hábitats, por lo tanto habrá una pérdida moderada de la diversidad beta. Si las tendencias en la transformación del hábitat no cambian drásticamente, no se espera extirpación de especies o poblaciones dentro del SAR, resultando en una estabilidad de la diversidad gama.

No obstante, debe aclararse que la magnitud del cambio en las diversidades es difícil de cuantificar debido a los efectos acumulativos del desplazamiento de la fauna silvestre; pues, es importante recordar que a diferencia de la vegetación, la fauna es móvil y no responde a las fronteras geopolíticas o de planeación generadas por el hombre (como en este caso lo es el polígono del Sistema Ambiental Regional), por lo que es de suponerse que poblaciones e individuos de los diferentes grupos de vertebrados estarán saliendo y entrando del SAR a lo largo de este periodo de tiempo, efecto consecuente de las metapoblaciones.

En lo que corresponde al medio físico, como se ha observado, el factor de cambio dentro del SAR han sido las actividades antropogénicas, pues de antaño, en la región se ha ido eliminando las zonas vegetadas, de tal manera que en la actualidad cerca del 10% de la vegetación natural del SAR ha sido desmontada con el motivo de la expansión de la mancha agrícola en un principio, y más recientemente de los asentamientos humanos; con este proceso no solo se han reducido las zonas de selva mediana subperennifolia, sino también las zonas de selva baja inundable. Esta dinámica, que también tuvo fuerte impacto dentro del SAR, ha provocado la modificación en los procesos naturales del

sistema, afectando con la estructura y función; alterando de cierta manera los elementos ambientales tanto bióticos como la fauna pues se ha visto reducido su hábitat; y los abióticos, es decir el suelo, el agua y en tanto el paisaje.

En este contexto, como se ha observado y discutido, el SAR ha experimentado varios cambios de uso de suelo, y la afectación de sus recursos, los que han llevado a que se agraven los procesos erosivos del sustrato edáfico; actualmente en el SAR se han presentado procesos de erosión moderados, que se han visto favorecidos por las características litológicas, edafológicas, y un tanto más por el uso, pues con el retiro de la vegetación se ha visto afectada la fuente de materia orgánica hacia el horizonte superficial, que le confería al componente edáfico estabilidad y cohesión, traducido esto en sustratos más susceptibles a la erosión; esta dinámica se espera se siga dando, pues se prevé que en 14 años se pierdan alrededor de 497.68 Ha de vegetación, lo que sugiere que dicha situación mantendrá activos los procesos de erosión actuales.

La selva mediana subperennifolia conservada y perturbada que se conservan actualmente en el Sistema Ambiental tienen un papel determinante en la captación e infiltración del agua de lluvia debido a que en la geoforma en la que se ubican es altamente permeable, y a que reduce la irradiación solar que llega al suelo y con ello la evaporación; de modo que esta vegetación proporciona una mayor oportunidad para que el agua pueda infiltrarse al subsuelo, pues los espacios porosos y la consistencia del suelo modificado por el crecimiento de las raíces de la vegetación facilita su filtración; bajo estas condiciones la infiltración se lleva a cabo sin importar que las pendientes topográficas sean pronunciadas, de modo que la captación del agua de lluvia de la vegetación presente en SAR (en cualquiera de sus estadios) permite la recarga del acuífero y reduce la evaporación local, lo que da continuidad a los volúmenes de agua que se infiltra, fomentando el equilibrio en el ciclo hidrológico. En tanto, de perder 219.82 Ha de este tipo de vegetación frente al crecimiento de la frontera agrícola, los pastizales y asentamientos humanos previstos dentro de SAR para 2030, la infiltración de agua tendrá también una disminución frente a la evaporación, por lo que en los volúmenes de recarga podría disminuir.

VII.2. Descripción y análisis del escenario ambiental tendencial considerando el proyecto

Los escenarios tendenciales con o sin proyecto son muy similares, debido a que el escenario tendencial, obedece a procesos que se van dando desde hace décadas y que son difíciles de revertir, y van más allá de la modernización y mejoramiento de un camino. Sin embargo, a continuación se detallan las diferencias ligeras entre ambos escenarios.

Como se ha descrito a lo largo de este estudio, el proyecto pretende la modernización a través de actividades de ampliación y rectificación de 7.83 Km comprendidos del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000 y el mejoramiento de 4.17 Km del Km 3+040 al Km 7+211 mediante la limpieza del camino actual y el tendido de la carpeta, así como la instalación de obras de drenaje que permitan el correcto funcionamiento del camino actual; durante su desarrollo será necesario el cambio de uso de suelo en una superficie de 2.96 Ha (0.56 Ha de SBC inundable conservada, 0.28 Ha SBC inundable perturbada, de 0.21 Ha de SMSP conservada y 0.73 Ha de SMSP perturbada), así como

una superficie de 2.35 Ha de pastizales y zonas agrícolas (1.31 Ha pastizales, 0.056 Ha de áreas agrícola de temporal y 0.378 Ha de asentamientos humanos).

Si bien el retiro de vegetación forestal representan 2.96 Ha, de las cuales 0.56 Ha son de Selva Baja Caducifolia inundable en buenas condiciones de conservación, así como 0.28 Ha de Selva Baja Caducifolia inundable perturbada, 0.21 Ha de Selva Mediana Subperennifolia en buen estado de conservación y 0.73 Ha de Selva Mediana Subperennifolia perturbada, esta pérdida será aditiva a la pérdida de vegetación natural en diferentes estados de conservación, que se viene dando de antaño y que se espera se de en los próximos catorce años, pues como se ha comentado, cerca del 10% del SAR, ha sido desmontado en alguna época de su historia, principalmente para favorecer las zonas agrícolas y la implementación de pastizales inducidos, favoreciendo poco a poco la alteración de los ecosistemas conservados principalmente de Selva Mediana Subperennifolia. Y si bien, en un escenario tendencial sin proyecto se contempla una pérdida de 1,314.21 Ha de vegetación (SBC inundable, SMSP conservada, SMSP medianamente conservada y SMSP perturbada), al contemplar en un escenario tendencial y con proyecto, este decremento puede colocarse hasta en 1,317.17 Ha, con una diferencia respecto del escenario tendencial sin proyecto y con proyecto de 2,96 Ha, lo correspondiente únicamente al retiro de vegetación que se estima por la implementación del mejoramiento y modernización del camino. Por otro lado, la predisposición al incremento de 1,171.19 Ha de las zonas agrícolas, 45.36 Ha de pastizales para el sostenimiento del ganado y 45.03 Ha por el incremento de los asentamientos humanos, se mantienen, tal y como lo marca la tendencia sin proyecto.

Tabla VII.2. Comparación del escenario actual y tendencial al 2030 del uso de suelo y vegetación del SAR con proyecto en Ha.

Uso de Suelo y Vegetación	Escenario pasado	Escenario actual	Escenario tendencial	Escenario tendencial con proyecto
Áreas Agrícolas	475.22 Ha	797.31 Ha	1,968.50 Ha	1,968.50 Ha
Asentamientos Humanos	28.39 Ha	49.93 Ha	94.96 Ha	98.05 Ha
Cuerpo de agua	19.01 Ha	18.48 Ha	18.48 Ha	18.48 Ha
Pastizal	21.98 Ha	34.03 Ha	79.39 Ha	78.08 Ha
SBC Inundable	6,433.06 Ha	6,328.59 Ha	6,050.73 Ha	6,049.89 Ha
Sin vegetación aparente	7.99 Ha	9.69 Ha	110.34 Ha	110.34 Ha
SMSP Conservada	356.17 Ha	312.31 Ha	92.49 Ha	92.28 Ha
SMSP medianamente conservada	980.68 Ha	850.21 Ha	739.04 Ha	739.04 Ha
SMSP perturbada	2,023.18 Ha	2,006.78 Ha	1,301.42 Ha	1,300.69 Ha
Zona Inundable	1,089.32 Ha	1,027.69 Ha	979.65 Ha	979.65 Ha

Como puede observarse, los cambios en un escenario con proyecto, comparados con un escenario sin proyecto son mínimos, de hecho casi imperceptibles en cuanto a la

cobertura del uso del suelo, sin embargo recordemos que la construcción y puesta en marcha del proyecto ocasionará también impactos positivos, mayor a nivel social, al ofrecer una vía más ágil y segura así como generar mejores expectativas económicas para la región donde se asienta.

Respecto de los otros usos de suelo, el comportamiento seguirá siendo el mismo que en un escenario sin proyecto (Figura VII.3), pues la ejecución del proyecto no afecta de ninguna manera la dinámica que se ha presentado y se seguirá presentando; de esta manera, la agricultura, como una de las actividades económicas preponderante en el SAR se mantendrá; por lo que de anticipación se prevé que en los próximos 14 años con el proyecto o sin él, su comportamiento será el mismo, en tanto se pronostica continúe creciendo de modo que los pobladores que viven en torno al SAR, seguirán ejerciendo sus actividades en este sector y los asentamientos humanos se seguirán expandiendo de acuerdo a las necesidades de vivienda que se presentan.

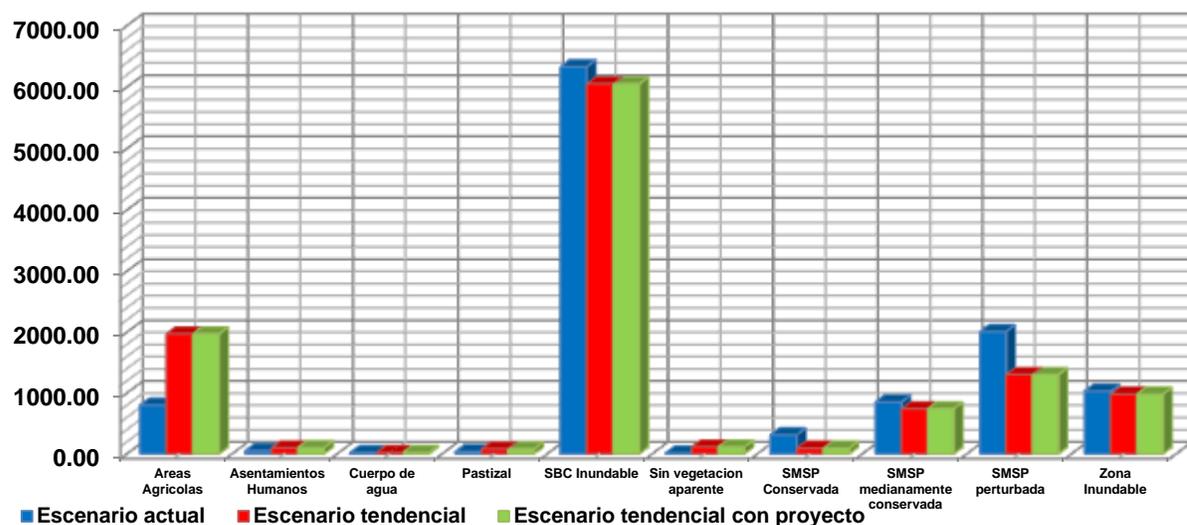


Figura VII.4. Tendencial de los cambios de Vegetación y usos del suelo dentro del SAR con proyecto.

En lo que puede referirse al comportamiento de la fauna como se refirió en El Capítulo V de este estudio, las afectaciones que se esperan debidas al proyecto se encierran en tres puntos:

1. Retiro de 2.96 Ha de vegetación forestal y 2.35 de pastizales y zonas agrícolas
2. Desplazamiento de fauna por las actividades de construcción de la obra.
3. Pérdida de hábitat y efecto borde para la fauna local.
4. Riesgo de atropellamiento de fauna silvestre.

No obstante, considerando las características de las especies de fauna silvestre y su distribución, así como de la extensión y ubicación del proyecto es de considerarse que la ejecución del proyecto y el retiro de vegetación forestal de 2.96 Ha (0.56 Ha de SBC

inundable conservada, 0.28 Ha SBC inundable perturbada, de 0.21 Ha de SMSP conservada y 0.73 Ha de SMSP perturbada), así como una superficie de 2.35 Ha de pastizales y zonas agrícolas (1.31 Ha pastizales, 0.056 Ha de áreas agrícola de temporal y 0.378 Ha de asentamientos humanos).

No obstante estas superficies no tendrá implicaciones perceptibles sobre la biodiversidad del Sistema Ambiental; únicamente se pueden anticipar efectos a escala individual, ya que durante el despalme, construcción y operación del proyecto algunos individuos, principalmente de especies de lento desplazamiento podrían verse afectados; sin embargo, este efecto no será apreciable en la escala de poblaciones ni mucho menos de especies; en tanto, el comportamiento de la fauna que se ha venido dando de antaño, seguirá siendo el mismo.

De modo que la amenaza a la fauna, mediante la pérdida de hábitats, en un escenario tendencial con proyecto o sin proyecto seguirá siendo el mismo, pues la reducción en superficie de las zonas con vegetación que aún se mantienen en el SAR seguirán presentando la misma dinámica, y los impactos ocasionados a la fauna por el proyecto solo encierran por la superficie a utilizar por su establecimiento la cual comprende 8.04 Ha. Así es que, de forma tendencial se prevé siga ocurriendo en un futuro la pérdida de la cubierta vegetal, pues como se ha visto la vegetación del SAR seguira experimentando una reducción principalmente la Selva Mediana Subperennifolia, pues es la más utilizada por los pobladores, pudiendo tener un decremento de hasta 1362.25 Ha, a costa del crecimiento de las zonas de agricultura, pastizales y asentamientos humanos.

Lo que prevé, que en materia del componente faunístico, este seguirá experimentando un fuerte efecto sobre sus poblaciones, sobre todo en la fauna especialista, ligada a los sitios mejor conservados de la Selva Mediana Subperennifolia; un bajo efecto hacia las especies de amplitudes ecológicas moderadas (vertebrados que pueden sobrevivir tanto en hábitats conservados como perturbados), consecuentemente se espera que algunas especies se vean favorecidas; en tal caso se encuentran las especies adaptadas a zonas modificadas. Por lo que es de suponerse que exista un aumento de conflictos entre la fauna doméstica y la silvestre en los bordes de estos tipos de vegetación y las áreas con asentamientos humanos, causados por la fauna feral.

En tanto, la tendencia esperada para los próximos 14 años en un escenario con proyecto o sin proyecto apunta a una disminución en la diversidad alfa y beta y a mantenerse la diversidad gama. Se estima que la diversidad alfa disminuya en las zonas vegetadas (de Selva Mediana Subperennifolia) y aumente ligeramente en los ecosistemas más perturbados (efecto borde). El cambio más importante será en la diversidad beta, se espera que para estos años la composición faunística sea más homogénea a lo largo de las distintas unidades del paisaje (hábitats), por lo tanto habrá una pérdida moderada de la diversidad beta. Si las tendencias en la transformación del hábitat no cambian drásticamente, no se espera extirpación de especies o poblaciones dentro del SAR, resultando en una estabilidad de la diversidad gama.

Respecto al medio físico, como ya se habló anteriormente, el factor de cambio dentro del SAR han sido las actividades antropogénicas de antaño; en la región se han ido eliminando grandes extensiones principalmente de Selva Mediana Subperennifolia con el motivo del aprovechamiento selectivo de las especies, así como por la expansión de la

mancha agrícola y la inducción de pastizales para el sostenimiento del ganado, y recientemente de los asentamientos humanos; con esta dinámica, se observa que no solo se han reducido las zonas de vegetación perturbada, sino también las zonas de vegetación conservada. Este proceso se seguirá dando, tanto en un escenario tendencial con proyecto como sin él. De acuerdo con lo descrito el Capítulo V para el componente físico se identificaron tres impactos:

1. Emisiones a la atmosfera producto de la quema de combustibles por los automotores presentes en la obra.
2. Volatilización de partículas sólidas durante el movimiento, relleno y compactación.
3. Pérdida del suelo orgánico durante el despalme.

No obstante, al hablar de la ejecución del desmonte en una superficie de 2.96 Ha, así como el establecimiento del proyecto en una superficie de 8.04 Ha, no necesariamente implica la afectación sobre los suelos; pues este componente solo podrá verse afectado durante la actividad de despalme, en la que se retirará la cubierta vegetal herbácea y arbustiva y los horizontes orgánicos del suelo, de modo que la ejecución del proyecto no modificará en nada los procesos de erosión y/o afectación al componente edáfico, que hasta el momento se han dado y se seguirán dando. En este contexto, como se ha observado y discutido, el SAR con proyecto o sin proyecto, seguirá experimentado varios cambios de uso de suelo, y la consecuente afectación de sus recursos, conduciendo quizás a que se agraven los procesos erosivos del sustrato edáfico, favorecido por las características litológicas, edafológicas, y un tanto más por el uso, esto mejor representado en la unidad de relieve mesiforme, que una vez que ha sido retirada la cubierta vegetal, por las características del suelo que es muy delgado (litosol o leptosol) es susceptible de perderse rápidamente.

En relación a la infiltración, de acuerdo con lo descrito en el Capítulo V, para el componente agua se identificó como impacto negativo más sobresaliente:

1. Perdida de la capacidad de Infiltración en superficie de 8.04 Ha, debido a las actividades de construcción y pavimentación de la obra.

Si bien es sabido que al cubrir con asfalto una zona, se incapacitan las posibilidades de permeabilidad del suelo en este sitio, constituyendo un impacto adverso de carácter permanente sobre la capacidad de infiltración del suelo cubierto; se debe también saber, que generalmente el agua superficial se deriva a terrenos próximos al cuerpo del terraplén, por medio de los drenajes superficiales a lo largo del tramo. Realmente no existe una anulación de las propiedades de infiltración del suelo, sino una pérdida de agua por el incremento de la evapotranspiración local, lo que ocasiona que se infiltre menos agua.

En este contexto, el área donde se asienta el proyecto presenta sitios con una permeabilidad que va de baja o nula a alta, por tratarse en algunos sitios de la presencia de relieve cárstico acumulativo, el cual de acuerdo a las condiciones topográficas y a la constitución de sus materiales tanto geológicos como edáficos, no permiten que la infiltración sea importante, no así en las zonas del relieve mesiforme, que es donde mayormente se infiltra dentro del SAR, pues en estos sitios las características de pendiente, altitud y composición edáfica y vegetal le confieren mayores posibilidades de filtración, pues normalmente las raíces de los arboles facilitan la infiltración del agua al acuífero porque evitan la compactación del suelo, favorecen su estructuración y por tanto

porosidad, además de favorecer que el flujo laminar se dé sin provocar erosión. Al retirar 2.96 Ha de vegetación forestal durante las actividades de desmonte, se esperaría aumente la evapotranspiración local y se infiltre menos agua de la que comúnmente se infiltra; no obstante, esto no será apreciable a escala del SAR, pues la mayor contribución en esta pérdida de infiltración se debe al comportamiento ejercido por la actividades comunes del sistema, es decir a la pérdida de la vegetación frente al crecimiento de las zonas agrícolas, las zonas de pastizal y asentamientos humanos, pues es sabido que la vegetación tienen un papel determinante en la captación e infiltración del agua de lluvia, por lo que con la pérdida de 1,362.25 Ha de vegetación en un escenario sin proyecto, seguirá reduciendo la irradiación solar que llega al suelo y con ello la evaporación; de modo que esta vegetación proporciona una mayor oportunidad para que el agua pueda infiltrarse al subsuelo, pues los espacios porosos y la consistencia del suelo modificado por el crecimiento de las raíces de la vegetación facilita su filtración; bajo estas condiciones la infiltración se ve favorecida sin importar la condición de la zonas. Consecuentemente, el hecho de perder 2.96 Ha de vegetación forestal por la implementación del proyecto, sumadas a las 1,362.25 Ha de vegetación que se perderán en un escenario sin proyecto, no modifican considerablemente al sistema.

VII.3. Descripción y análisis del escenario ambiental tendencial considerando al proyecto y las medidas de mitigación

El escenario tendencial con proyecto y el escenario tendencial con proyecto y medidas de mitigación son muy parecidos, ya que como se comentó con anterioridad, los procesos de cambio que modifican al Sistema Ambiental Regional, son procesos sociales y económicos que llevan una sinergia de su pasado y se suman a los fenómenos que se esperan sigan sucediendo en un futuro; por tanto, las tendencias del SAR no serán modificadas por el proyecto perceptiblemente, y mucho menos porque con las medidas de mitigación se ven atenuados o desaparecen los impactos que pudiera provocar la implementación del proyecto. No obstante, si se puede hablar de que los impactos benéficos del proyecto mejoraran perceptiblemente las condiciones actuales del SAR, sobre todo en materia de agilización del transporte, y seguridad de sus usuarios.

Las medidas de mitigación logran mitigar varios de los impactos ocasionados por el proyecto, y en algunas ocasiones pueden mejoran las condiciones del sistema, ya que después de su aplicación se verán los cambios positivos que estas pueden producir en el SAR. En materia del uso de suelo y la distribución de la fauna, si bien, la pérdida o el retiro de 2.96 Ha de vegetación forestal, es identificado como un impacto aditivo a la reducción que de por sí se prevé tendrán los tipos de vegetación natural del SAR; provocando tres de los impactos detectados por la construcción del proyecto; Desplazamiento de fauna por la generación de ruido producto de las actividades de construcción de la obra, Pérdida de hábitat y efecto borde para la fauna local y Riesgo de atropellamiento de fauna silvestre.

En un escenario tendencial, estos impactos pueden ser mitigados y a la vez compensado con la aplicación de las medidas mitigación descritas en el Capítulo VI de este estudio, tales como la ejecución del programa de reforestación y la ejecución del programa de restauración de los sitios que queden en desuso por las rectificaciones que contempla el trazo del proyecto (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) requerirán de la apertura de línea de cerros (Km 0+800 al Km 1+000, del Km 1+800 al Km 2+100, del

Km 2+120 al Km 2+400, del Km 2+460 al Km 2+980, del Km 7+211 al Km 7+760, del Km 7+780 al Km 8+020, del Km 8+060 al Km 8+320, del Km 8+440 al Km 8+520 y del Km 8+580 al Km 10+300), en ambas medidas se plantea dirigir actividades de reforestación (posterior a la restauración del suelo en el caso de las zonas en desuso) una superficie mayor a la que se afectará, de tal manera que a través de la compensación de 8.88 Ha de vegetación (2.68 Ha de Selva Baja Caducifolia inundable y 6.19 Ha de Selva Mediana Subperennifolia) para el caso del programa de reforestación compensatorio y 2.73 Ha (de Selva Baja Caducifolia inundable) como parte de las actividades de restauración de las zonas en desuso, de esta forma el detectado por la pérdida de hábitat en 2.96 Ha, motivo del desmonte puede ser equilibrado con el restablecimiento de estas 11.61 Ha, las cuales al cabo de unos diez años podrán desempeñar funciones importantes como el ser un hábitat de óptima calidad para el desarrollo de diferentes especies faunísticas, entre ellas las de requerimientos específicos, que hasta el momento son las más amenazadas en el SAR.

Tabla VII.3. Comparación del escenario actual y tendencial al 2030 del uso de suelo y vegetación del SAR con proyecto y con medidas de mitigación en Ha.

Uso de Suelo y Vegetación	Escenario actual	Escenario tendencial	Escenario tendencial con proyecto	Escenario tendencial con proyecto y MM
Áreas Agrícolas	797.31 Ha	1968.50 Ha	1968.50 Ha	1968.44 Ha
Asentamientos Humanos	49.93 Ha	94.96 Ha	98.05 Ha	97.67 Ha
Cuerpo de agua	18.48 Ha	18.48 Ha	18.48 Ha	18.48 Ha
Pastizal	34.03 Ha	79.39 Ha	78.08 Ha	77.11 Ha
SBC Inundable	6328.59 Ha	6050.73 Ha	6049.89 Ha	6055.30 Ha
Sin vegetación aparente	9.69 Ha	110.34 Ha	110.34 Ha	100.15 Ha
SMSP Conservada	312.31 Ha	92.49 Ha	92.28 Ha	98.47 Ha
SMSP medianamente conservada	850.21 Ha	739.04 Ha	739.04 Ha	739.04 Ha
SMSP perturbada	2006.78 Ha	1301.42 Ha	1300.69 Ha	1300.69 Ha
Zona Inundable	1027.69 Ha	979.65 Ha	979.65 Ha	979.65 Ha

Como puede observarse, los cambios en un escenario con proyecto, comparados con un escenario con proyecto y medidas de mitigación son mínimos, de hecho casi imperceptibles en cuanto a la cobertura del uso del suelo, sin embargo la diferencia de este radica en la ganancia de 11.61 Ha de vegetación en condiciones de calidad óptima, producto del programa de compensación, además de los beneficios que producirá la construcción del proyecto, tales como agilización del transporte, mejor comunicación, mayor seguridad a sus usuarios, entre otros. Respecto de los otros usos de suelo, el comportamiento seguirá siendo el mismo, pues la instalación del proyecto y sus medidas de mitigación no modifican de ninguna manera la dinámica que han presentado y seguirán

presentando; de esta manera, la agricultura, como una de las actividades económicas preponderante en el pasado y en el presente seguirá experimentando un crecimiento.

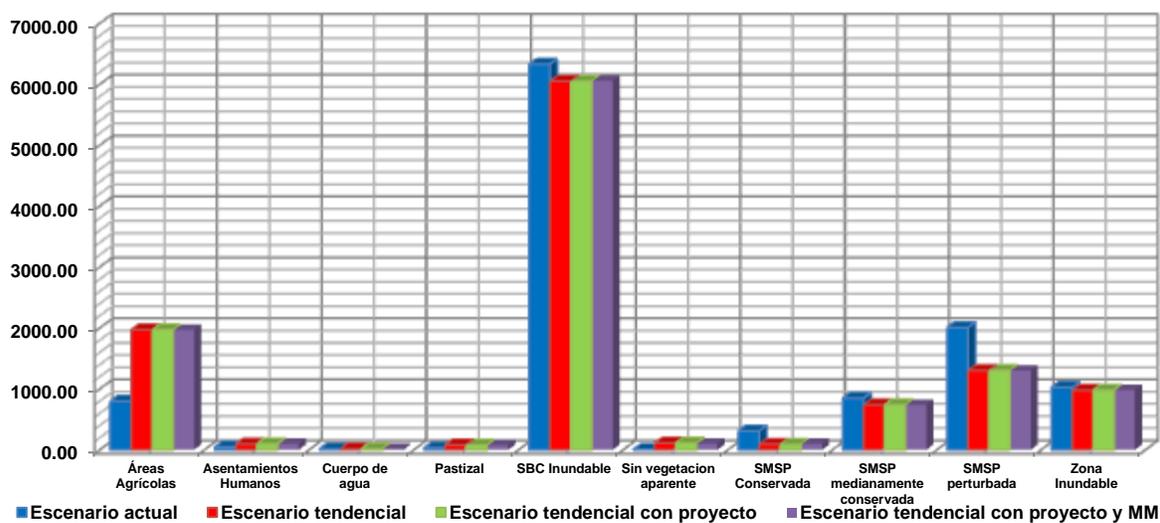


Figura VII.5. Tendencial de los cambios de Vegetación y usos del suelo dentro del SAR con proyecto y con medidas de mitigación.

En las zonas ocupadas por asentamientos humanos y caminos se presentan fuertes condiciones de erosión, además de que se ha dejado de infiltrar una cierta porción del agua de lluvia que cae sobre ellas, debido a la compactación, sobre todo en la unidad de relieve mesiforme. Por otro lado, en el caso del derecho de vía y camino actual sucede lo mismo, debido a que existen zonas desprovistas de vegetación, y en algunos de los casos presentan problemas de erosión. En estos puntos, comúnmente por el golpeteo de la lluvia se ha ido perdiendo el horizonte orgánico que en estas zonas es muy delgado por estar constituido por suelos leptosoles, conllevando esto también al aporte de sedimentos de suelo en las unidades de relieve cárstico acumulativo, lo que les confiere las características inundables.

Es verdad que la cubierta vegetal normalmente tiene una función como protectora de los suelos, además de favorecer la estructuración, mineralización de la materia orgánica y la edafogénesis. Debe puntualizarse que, por sí mismo, la ejecución del proyecto no implica necesariamente la afectación sobre los suelos. Sin embargo, los suelos serán afectados debido a la actividad de despalme, en la que se retirará la cubierta vegetal herbácea y arbustiva y los horizontes orgánicos del suelo en una superficie de 8.04 Ha en total (de las que 2.96 Ha sostienen vegetación forestal y 2.35 sostienen pastizales y zonas agrícolas). La función de esta actividad es dejar el terreno listo para recibir las bases para la construcción del cuerpo del terraplén. Cabe señalar que en el área propuesta para la implementación del proyecto no habrá procesos erosivos porque estará ocupada por el cuerpo del terraplén. Sin embargo, cabe aclarar, que entre el despalme y el tendido de la sub-base podrá transcurrir un máximo de un mes, que es un tiempo breve como para que ocurra el desgaste de la roca, por lo que no se producirá una erosión apreciable en caso

de que el proceso de despalme ocurra durante la temporada de lluvias y el suelo permanezca descubierto durante cuatro semanas.

En consecuencia, si bien la ejecución del desmonte no ocasionará un daño inmediato a los procesos de formación de suelos, el despalme que se realizará posteriormente sí lo hará. Con el fin de minimizar este efecto sobre el suelo, el proyecto contempla acciones de nivelación que permitirán controlar y mitigar la erosión del suelo en las cercanías del área prevista para la ejecución del proyecto (principalmente en las zonas de relieve mesiforme), por otro lado, con la utilización del material de despalme, se estará aprovechando el suelo despalmado para la restauración de las zonas en desuso. De esa forma, en esa superficie los árboles sembrados y las herbáceas que se expresen evitarán la degradación de una zona que quedara en desuso como camino, de esta forma su restauración impedirá que se sigan dando procesos de perturbación en estos sitios, con lo que también se favorecerá la conectividad de dichas zonas.

Por lo que la ejecución del proyecto no agravará la condición actual de los suelos; si bien es cierto que al ser asfaltada una superficie de 8.04 Ha, esta representa solo el 0.07% del SAR en donde dejara de haber procesos de edafogénesis; en dicha zona también se dejarán de presentar los problemas de inundación que limitan la comunicación de los pobladores (sobre la unidad de relieve cárstico acumulativo) y los procesos de erosión (en la unidad de relieve mesiforme), y aun mejor, favorecido por el cumplimiento de las medidas de mitigación planteadas en el Capítulo VI, el Sistema Ambiental Regional podrá tener una recuperación y/o mejor protección de sus suelos en aquellas zonas en donde se llevará a cabo el programa de compensación ambiental y las zonas en desuos, mediante la implementación de la reforestación en una superficie de 11.61 Ha actualmente perturbadas o desprovistas de vegetación, por lo que el restablecimiento de dicha vegetación reducirán significativamente la degradación y pérdida del suelo, y en los sitios en donde se rehabiliten las zonas en desuso, los suelos serán protegidos de la acción del viento y del agua, por lo que se dejaran de erosionar y seguirán realizando sus procesos normales de edafogénesis. De esta manera, el proyecto no provocará la erosión del suelo y presenta un balance positivo en lo relativo a protección del suelo y restauración ambiental, siendo más benéfico el escenario con proyecto y medias de mitigación en cuanto al escenario sin y con proyecto.

Comparativamente en un escenario tendencial con proyecto se esperaría que la infiltración se disminuyera en 8.04 Ha (contemplando el desmonte y el despalme); no obstante, con la implementación del proyecto y sus medidas de mitigación, esta disminución puede revertirse, pues al contemplar la aplicación del programa de compensación ambiental, mediante la implementación de la reforestación en una superficie de 8.88 Ha y la restauración de las zonas que queden en desuso por las rectificaciones que se proponen en una superficie de 2.73 Ha tal y como se detalla en las medidas de mitigación, esta superficie al cabo de unos diez años ya podrá cumplir funciones de una Selva Mediana Subperennifolia conservada o una Selva Baja Caducifolia inundable, lo que anula el impacto ocasionado a este servicio ambiental por la ejecución del proyecto. Esto nos hace ver que el escenario ambiental con proyecto y medidas de mitigación es mucho más favorable para el Sistema.

VII.4. Evaluación de alternativas

Como se ha comentado a lo largo de este estudio, el proyecto plantea la adecuación, ampliación y construcción de un camino "Tipo C" en una longitud de 7.83 Km (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) y el mejoramiento de 4.17 Km de la terracería actual (del Km 3+040 al Km 7+211) a través de la limpieza del camino actual y el tendido de la carpeta, así como la instalación de obras de drenaje que permitan el correcto funcionamiento de esta fracción del camino.

Para ello se proyecta la Modernización de una longitud de 7.83 Km (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) a través de 9 rectificaciones (Km 0+800 al Km 1+000, del Km 1+800 al Km 2+100, del Km 2+120 al Km 2+400, del Km 2+460 al Km 2+980, del Km 7+211 al Km 7+760, del Km 7+780 al Km 8+020, del Km 8+060 al Km 8+320, del Km 8+440 al Km 8+520 y del Km 8+580 al Km 10+300) y las ampliaciones correspondientes del eje actual, todo ello para que cumpla con las especificaciones de un camino "Tipo C". Los trabajos de ampliación y rectificación (del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000) requerirán de la apertura de línea de cerros (Km 0+800 al Km 1+000, del Km 1+800 al Km 2+100, del Km 2+120 al Km 2+400, del Km 2+460 al Km 2+980, del Km 7+211 al Km 7+760, del Km 7+780 al Km 8+020, del Km 8+060 al Km 8+320, del Km 8+440 al Km 8+520 y del Km 8+580 al Km 10+300) por lo que se estima la afectación de 2.96 Ha de vegetación forestal y 2.35 Ha de otros usos de suelo (1.31 Ha vegetación secundaria, 0.056 Ha de áreas agrícola de temporal y 0.378 Ha de asentamientos humanos).

No se considera conveniente definir otra ruta del trazo o modificación diferente a la propuesta, debido a que otra propuesta de construcción provocaría repercusiones e implicaciones para la calidad ambiental del SAR, pues involucraría la apertura y el retiro de una superficie mayor de vegetación forestal en buen estado de conservación, implicando con ello el agravamiento de la pérdida de hábitat en el caso de la fauna, así como la fragmentación de los ecosistemas, y otros impactos asociados.

Por lo que desde el punto de vista ambiental, no es viable una alternativa del trazo, pues el proyecto que se propone en esta MIA-R es la mejor elección, pues correrá sobre el trazo del camino actual, y aunque si bien se plantea la implementación de algunas rectificaciones y ampliaciones, esta son mínimas y se proponen con la finalidad de cumplir con los lineamientos establecidos por la SCT para la construcción de una carretera tipo C. El camino actual y sus zonas más próximas, presenta de antaño condiciones de perturbación, de esta manera su implementación provocara de alguna manera menos efectos en el Sistema Ambiental si lo comparamos con otra alternativa.

VII.5. Conclusiones

El proyecto denominado "**MODERNIZACIÓN DEL CAMINO MONTE OLIVO – VENUSTIANO CARRANZA, TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 12+000, CON UNA META DE 12.0 KM, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO**", pretende la modernización a través de actividades de ampliación y rectificación de 7.83 Km comprendidos del Km 0+000 al Km 3+040 y del Km 7+211 al Km 12+000 y el mejoramiento de 4.17 Km del Km 3+040 al Km 7+211 mediante la limpieza del camino actual y el tendido de la carpeta, así como la instalación de obras de drenaje que permitan el correcto funcionamiento del camino actual; el proyecto tiene como

objetivo principal la optimización de tiempo de recorrido de las personas que circulan por dicha vía, la principal función del proyecto es abatir los gastos innecesarios y poco redituables de mantenimiento; su desarrollo contribuirá a ofrecer una comunicación eficiente con demás localidades, ofreciendo una mayor seguridad y rapidez, incrementando los índices de calidad del transporte de bienes y servicios y al mismo tiempo coadyuvará en reducir la pobreza y marginación de las localidades que comunica, al crear mejores y mayores oportunidades para el desarrollo humano y en general por promover condiciones de bienestar, pues con su construcción se proporcionan alternativas a la actividad económica y ayudará en el desarrollo económico de la región. De esta manera, la modernización de esta vía ayudará a mejorar las condiciones económicas de las poblaciones cercanas a ella y ofrecerá mayor seguridad, eficiencia y comodidad en el transporte de productos y pasajeros, así mismo será importante apoyo para el desarrollo de las localidades y beneficiará de manera secundaria a las poblaciones más alejadas.

De acuerdo con el análisis efectuado en el Capítulo III de este documento, el proyecto da cumplimiento a las metas y estrategias establecidas en los diferentes instrumentos de planeación estratégica tanto de competencia federal, estatal como municipal; apoya las estrategias establecidas en el Plan Nacional de Infraestructura 2014-2018 ya que su desarrollo podrá corregir en el mayor grado posible el alineamiento vertical y horizontal, así como definir la sección transversal del tramo carretero a fin de proporcionar los mayores niveles de seguridad y comodidad, con lo que se favorecerá el desarrollo regional, y consecuentemente se hará más eficiente la movilidad, pudiendo reducir los costos de traslado al permitir que los bienes (agrícolas, pecuarios o forestales), lleguen a su destino pertinentemente.

No incumple ninguna disposición de los Programas de Ordenamiento Ecológico (POEGT y POEMyRGMMyMC), ni con los Planes de Desarrollo y da cumplimiento a las disposiciones normativas aplicables. Por su parte, aunque se asienta dentro del Área de Protección de Flora y Fauna Bala'an K'aax en la Subzona de Preservación, donde solo se permite el mejoramiento y mantenimiento de caminos ya existentes, siempre que éstos no se amplíen, previa autorización de impacto ambiental que en su caso corresponda y siempre y cuando no se efectuó el Cambio de Uso de Suelo, el proyecto no incumple ninguna de las reglas administrativas del programa, el proyecto da cumplimiento a lo asentado en el Programa de Manejo de la ANP y su Decreto, pues el proyecto propone solo realizar el mejoramiento del camino en la fracción que regula este instrumento (del Km 3+040 al Km 7+211) por lo que no se retirará vegetación de tipo forestal que impliquen un cambio de uso de suelo, ni se ocasionarán impactos ambientales significativos. Tomando lo anterior en consideración, por la ubicación y características del proyecto se infiere que su mejoramiento en esta subzona de preservación no ocasionará ni agravará impactos ambientales significativos que repercutan en su estado de conservación, ni ocasionará mayores repercusiones sobre el medio. Por lo que, tomando en consideración la ubicación y características del proyecto se considera que su desarrollo no ocasionará ni agravará impactos ambientales significativos, en tanto, se considera legalmente viable.

En el Capítulo IV se delimitó y se caracterizó un Sistema Ambiental Regional (SAR), para lo cual, primeramente se identificaron las unidades de paisaje que pudieran estar relacionadas con el proyecto, las cuales, de acuerdo al concepto de la ecología del paisaje, integran distintos factores bióticos y abióticos, tales como: la geomorfología, edafología, topografía, ecosistemas, estado de conservación, escurrimientos y actividades

antropogénicas, obteniendo así un sistema de áreas ecológicas bien identificadas con características específicas que se relacionan ambientalmente con el proyecto, las cuales en conjunto, definen el SAR. De esta manera se definió un sistema de 11,435 Ha.

El Sistema Ambiental Regional corresponde a un fragmento del extremo Suroeste del Estado de Quintana Roo comprendido dentro de los municipios José María Morelos y Bacalar, asentado en la provincia fisiográfica Península de Yucatán, específicamente en la subprovincia Carso y Lomeríos de Campeche, que comprende dentro del Estado de Quintana Roo a los Municipios de Felipe Carrillo Puerto, José María Morelos y Othon P. Blanco (Bacalar), que se caracteriza por estar conformada por una plataforma de rocas calcáreas con una altitud promedio menor a 50 msnm, y con un suave declive de Oeste a Este, hacia el mar, con un gran número de áreas deprimidas denominadas “bajos o sabana” en las que por las precipitaciones pluviales se forman inundaciones conocidas como aguadas; el SAR se constituye como una planicie de depósito, estrecha, formada por procesos de acumulación fluvial reciente en los lechos aluviales y por el arrastre de materiales, constituida por materiales litológicos de caliza, principalmente ocupadas por vegetación capaz de soportar condiciones de inundación. De esta manera, se reconoce dentro del SAR un relieve prácticamente homogéneo, debido a la presencia de dos unidades de relieve, el mesiforme caracterizado por conforma por terrenos elevados y llanos, de estructura tabular o monoclinal ligeramente inclinada y el relieve cárstico, que se caracteriza por ser un relieve conformado por ciclos de disolución generando relieves negativos de fondo plano con depósitos eluviales y deluviales.

De acuerdo a la orografía, altitud y latitud del SAR prevalece un solo tipo climático, el cual corresponden a un cálido subhúmedo con presencia de lluvias todo el año, de fórmula climática $Aw1(x')$, caracterizado por presentar una temperatura media anual en el orden de 28.2°C, con una media del mes más cálido de 22.7°C, así como una fría generalmente mayor de 18°C, registrada durante los meses de diciembre, enero y febrero.

El marco geológico del Sistema Ambiental Regional está conformado por materiales litológicos de origen sedimentario representado por calizas, constituidas fundamentalmente por una secuencia de caliza, marga y brecha calcárea que datan del período Terciario de la época del Eoceno y más recientemente del Cuaternario; las calizas se caracterizan por contener pequeñas cantidades de minerales, como arcillas, hemantitas, sideritas y cuarzos, que le proporcionan el color tan característico al suelo y el grado de coherencia de la roca. En la zona también es posible identificar materiales de tipo suelo, originados por los depósitos finos de arcillas y limos sin consolidar derivados de las rocas preexistentes, tanto de origen eólico, como lacustre y palustre, situados en un área bien definida, identificada como una zona pantanosa o inundable.

Estos materiales los precursores del desarrollo de suelos de tipo Gleysol vértico en asociación con suelos litosoles de textura fina constituido con más del 35% de arcillas y fase lítica distribuidos en las partes más bajas del SAR constituidas por la unidad de relieve cárstico acumulativo; así como suelos Litosoles de textura fina y fase lítica distribuido principalmente en las zonas más elevadas del SAR (45-80 msnm) en la unidad de relieve mesiforme de estructura tabular. Por su parte, los recursos hídricos del SAR son generados por la precipitación pluvial, una parte de esta agua se filtra y alimenta al acuífero subterráneo, mientras que otra parte se deposita en las denominadas aguadas, las cuales constituyen el principal sustento para el desarrollo de las actividades de las

localidades del SAR, como las actividades agrícolas, y en menor predominio las ganaderas.

La interacción de los tipos edáficos con los tipos climáticos ha favorecido la existencia de diez Usos de Suelo, de los que dos son comunidades vegetales forestales en diferentes estados de conservación y cuatro son áreas donde la composición vegetal primaria ha sido sustituida por distintos usos; de tal manera que podrían considerarse solo dos tipos de coberturas vegetales naturales, la Selva Baja Caducifolia inundable y la Selva Mediana Subperennifolia, y las actividades humanas la existencia de otras asociaciones por el estado de conservación en el que se presentan, aunque en solo el 7.79% del SAR la vegetación natural ha sido modificada como el cultivo de temporal, pastizales, y el establecimientos de asentamientos humanos, de tal suerte que más del 90% de la vegetación del SAR se encuentra en buenas condiciones de conservación.

Desde el punto de vista ecológico, los diferentes ecosistemas tanto perturbados como conservados, así como las zonas agrícolas y pastizales que se desarrollan dentro del SAR son refugio permanente y estacional de alrededor de 307 especies de vertebrados terrestres, entre los que destaca el grupo de las aves por ser el más diverso con 173 especies, seguido por los mamíferos con 73 especies, 42 reptiles y 19 anfibios. Del total de las especies con potencial distribución dentro del SAR 71 especies se encuentran catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de estas 18 se encuentran bajo el estatus de Amenazada, 12 bajo el estatus de peligro de extinción y 41 bajo la categoría de protección especial.

Por otro lado, dentro del Sistema Ambiental se encuentran solo dos pequeñas localidades, las cuales corresponden a la localidad de Venustiano Carranza y Monte Olivo. Las actividades productivas en el SAR corresponden al sector primario, con poco más del 90% de la población, pues la siembra de maíz y otros cultivos, son de suma importancia ya que en este sector radica la principal fuente de ingresos y fuente de alimento para las familias del SAR.

No obstante, en la región donde se asienta el Sistema Ambiental Regional delimitado para el proyecto, la dinámica de comportamiento y funcionamiento se ha dado por el desarrollo de las actividades de las localidades que en el habitan, de esta forma, el principal reto ambiental y de desarrollo que afronta es el aspecto forestal. La mayor parte de la superficie que integra al SAR son terrenos nacionales y por tanto sin propiedad particular, esto favorece a la tala clandestina y el contrabando de madera, que de acuerdo con las autoridades municipales de José María Morelos, es un problema difícil de controlar por carecerse de la infraestructura y personal adecuados.

La relación entre la gente y la fauna silvestre no se restringe únicamente al uso de ésta, numerosas especies animales son dañadas por considerárseles una amenaza para los pobladores de la zona. Algunas especies de animales causan daños considerables a la población y afectan otros sistemas productivos, como ejemplo la coralillo (*Micrurus diastema*) la cual ocasiona daños a la salud y el loro frente blanca (*Amazona albifrons*) que ocasiona daños a los cultivos, entre otras, así como la cacería furtiva dirigida a especies con valor alimenticio o de ornato, que sin control puede ocasionar la posible sobreexplotación de sus poblaciones.

La ganadería extensiva representa la actividad más importante en la zona de influencia, que ocasiona grandes extensiones de tierra desmontadas sembradas con pasto para el

ganado. Esto representa un serio problema para los ecosistemas de la región ya que favorece la deforestación, la degradación gradual de los ecosistemas, así como la invasión y propagación de especies de pasto que no son de la región. Sin embargo, esto es consecuencia de la escasa variedad de alternativas de ingresos económicos para las comunidades de la zona. En cuanto a la agricultura en la zona, ésta se lleva a cabo bajo el sistema de rozatumba-quema, que sin la adecuada vigilancia por parte de los comunitarios, ocasionan incendios forestales que provocan la modificación de las condiciones de los ecosistemas del área y la erosión paulatina del suelo.

Las especies de plantas de mayor importancia económica para la región, son principalmente las arbóreas, destacándose entre ellas las maderables. Sin embargo, éstas constituyen solamente unas cuantas especies vegetales. Como en otras zonas tropicales, las selvas de esta área presentan una dominancia de maderas duras. En este sentido, la región ha estado sujeta a un corte selectivo de los árboles mejor constituidos y de mayor valor económico, transformando la estructura original de la vegetación.

Los problemas sociales, económicos y políticos de la década de los setenta en las regiones de alta densidad de población, en el Centro y Norte del país, hicieron que el gobierno federal se fijara en Quintana Roo y así se inició un poblamiento dirigido (1970-1976). Esta política sirvió para reubicar a los campesinos (mitigando los problemas agrarios nacionales) e impulsar también los intereses locales de convertir en estado al territorio de ahora Quintana Roo. Se crearon nuevos centros de población ejidal (NCPE), con habitantes de diferentes estados y en menor proporción reubicando gente del territorio. Los sistemas productivos de las comunidades de la región donde se asienta el SAR reflejan su diversidad social y cultural. En los ejidos de población mayoritariamente maya, la producción se basa en la explotación forestal y la agricultura bajo el sistema de Roza-Tumba-Quema. En aquellos ejidos en los que la población predominante tiene su origen en otras regiones del país (Tabasco, Veracruz, etc.), la producción se basa en la agricultura y ganadería extensivas. Las actividades forestales predominantes son la extracción de maderas duras tales como jabón (*Piscidia piscipula*); siricote (*Cordia dodecandra*), pucté (*Bucida buceras*), etc., y maderas preciosas como la caoba (*Swietenia macrophila*) y el cedro (*Cedrella odorata*), la extracción del látex del chicozapote (*Manilkara zapota*) para la elaboración de chicle natural de exportación, la cacería y la producción de durmientes para la construcción de viviendas.

A partir de este análisis se elaboró el diagnóstico ambiental del SAR, mediante el uso de indicadores y capas temáticas básicamente de cobertura vegetal, geomorfología e hipsometría; de lo que se obtuvo que el SAR presenta sitios con rangos muy conservados a perturbados; esto básicamente debido a la intervención antropogénica que ha tenido, de esta forma, las zonas conformadas por la unidad de relieve cárstico acumulativo con desarrollo de selva baja caducifolia inundable, son las que mejores condiciones de conservación exhiben, debido a la escasa accesibilidad que presentan, contrastantemente, las zonas representadas por la unidad de relieve mesiforme conformadas por selva mediana subperennifolia en diferentes estados de conservación, de esta forma son identificadas como más perturbadas, debido a que es en donde en su mayoría se desarrollan las actividades económicas del Sistema Ambiental, además de que son los sitios idóneos para el desarrollo de asentamientos humanos.

Posterior al diagnóstico se realizó un escenario tendencial del SAR sin proyecto al 2030, mediante la reclasificación y comparación de imágenes de satélite (1995 – 2009), de esta

forma para los próximos 14 años se prevé que el SAR experimentará fuertes cambios, con lo que se espera que para 2030, los asentamientos humanos se hayan incrementado, al igual que las zonas de agricultura y pastizal; la vegetación natural del sistema seguirá experimentando pérdidas, debido a la perturbación ejercida por las actividades antropogénicas de la región.

Mediante el análisis de las actividades que se pretenden realizar se reconocieron las afectaciones que la ejecución del proyecto puede ocasionar sobre los factores ambientales y el medio natural y social en su conjunto (Capítulo V). Se identificaron 26 impactos ambientales, de los cuales 20 son adversos a la calidad ambiental y 6 resultan benéficos. Posteriormente estos impactos fueron evaluados mediante los criterios de magnitud, duración, extensión, carácter, persistencia y sinergia. De esta forma, 20 impactos resultaron ser negativos, siete son considerados moderados, 12 son considerados como Severos, y uno más como Crítico. En lo que respecta a los impactos positivos se identificaron un total de 6, de estos 2 son moderados y tres son catalogados como es Severos

Para los impactos ambientales que se determinaron significativos se fijaron 5 medidas de prevención, 2 de mitigación y 1 de compensación, las cuales se deberán realizar para, reducir, compensar o evitar los impactos ambientales acumulativos y sinérgicos del SAR y garantizar que el costo ambiental de la ejecución de este proyecto sea el menor posible. Las cinco medidas de prevención y mitigación son: Programa de Gestión y Supervisión Ambiental, Estadía en el sitio del proyecto; incluye directrices de operación para el personal así como subprograma de mantenimiento para la reducción de emisiones a la atmosfera, emisión de polvos y control de los niveles de ruidos, Lineamientos para los procesos de Desmonte y despalme, Programa de supervisión y manejo de Residuos Sólidos Urbanos y Residuos Peligrosos, Adecuación de obras de drenaje como pasos de Fauna. Para cada una de estas medidas se detalló el objetivo, la ubicación espacial, los alcances y procedimientos que la medida significa, los recursos materiales y humanos que demandará así como los indicadores para la evaluación de su implementación, y la información estimada de los costos de las obras y actividades relacionadas a ellas. A partir de la determinación de la efectividad de las medidas de mitigación, se estimó los impactos ambientales residuales, que son aquellos que persisten después de la aplicación de dichas medidas; el resultado son 14 impactos residuales..

Después de aplicar las MM del Capítulo VI, se hizo una comparación de escenarios: SAR sin proyecto, SAR con proyecto y SAR con proyecto y medidas de mitigación; encontrándose que los 3 escenarios son similares, porque la funcionalidad y tendencias del SAR obedecen factores de cambio que llevan décadas dándose. No obstante, el escenario considerado más favorable para el SAR es el que contempla el proyecto y las MM, siempre y cuando se garantice (mediante un instrumento legal como podría ser una fianza) su correcta aplicación. Por un lado, el fin de la modernización y mejoramiento del camino es agilizar el tránsito dentro y fuera del SAR, le aportará un gran beneficio en ese sentido; por otro, la medida de compensación 1 es la que mayor impacto ambiental tendrá en la disminución de impactos significativos y una vez que las zonas restauradas y reforestadas se hayan consolidado, se tendrá una ganancia de cobertura vegetal dentro del sistema si se compara con el escenario sin proyecto; además de que esta reforestación se consolidará como un nuevo hábitat de calidad para fauna que habita en zonas tanto de Selva Mediana Subperennifolia como de Selva Baja Caducifolia inundable con requerimientos estrictos.

Finalmente, después de un análisis del funcionamiento del SAR, de las afectaciones del proyecto, y de la implementación de las medidas de mitigación, se puede afirmar que el proyecto “**MODERNIZACIÓN DEL CAMINO MONTE OLIVO – VENUSTIANO CARRANZA, TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 12+000, CON UNA META DE 12.0 KM, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO**”, no ocasionará impactos que comprometan el funcionamiento del SAR. Por otra parte, ocasionará un impacto significativo benéfico que repercutirá al interior del SAR y en el exterior, esto debido a que proveerá de una vía en buenas condiciones en cualquier época del año, lo que permitirá que sus usuarios tengan una vía en mejores condiciones que les ofrecerá no sólo transportar eficientemente diversos productos y personas, sino que también dará un impulso importante a las actividades económicas de la región, al pretender lograr una mejor calidad operativa de la vía existente, erradicando en menor medida los problemas de marginación de la zona.

De esta forma, la importancia del proyecto radica en ofrecer una vía más en buenas condiciones en cualquier época del año y más segura que permita el ahorro de tiempo y energía en la transportación de bienes y personas, así como mejorar los niveles de servicio en términos de mayor seguridad y la conectividad entre las localidades. En tanto, se concluye que el proyecto “**MODERNIZACIÓN DEL CAMINO MONTE OLIVO – VENUSTIANO CARRANZA, TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 12+000, CON UNA META DE 12.0 KM, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO**”, es viable desde la perspectiva ambiental y social; la sustentabilidad del proyecto está en función directa de los beneficios sociales y económicos que proveerá.

VII.7 Literatura consultada

- A.O.U. (American Ornithologists' Union). 1998. Checklist of North American Birds. 7th Edition, Washington, D.C.
- A.O.U. (American Ornithologists' Union). 2003. 44th Supplements to the Check-list. The Auk 117: 120:923-932.
- A.O.U. (American Ornithologists' Union). 2004. 45th Supplements to the Check-list. The Auk 117: 121:985-995.
- Ambuel B. y S. A. Temple. 1983. Area-dependent changes in the bird communities and vegetation the southern Wisconsin forests. Ecology 64: 1057-1068.
- Aranda M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México.
- Arita, H. T. 1993. Diversidad de mamíferos terrestres. Ciencias. 7: 13-22.
- Arroyave M. P., C. Gómez, M. E. Gutiérrez, D. P. Múnera, Paula Andrea Zapata; Isabel Cristina Vergara; L. M. Andrade y K. C. Ramos. 2006. Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. EIA, ISSN 5: 45-57.
- Bojórquez-Tapia L.A. 1989. Methodology for prediction of ecological impacts under real conditions in Mexico. Environmental Management, 11:515-551.
- Bojórquez-Tapia, L.A., E. Ezcurra y O. García. 1998. Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices. Journal of Environmental Management, 51:91-99.

Collingham Y. C. y B. Huntley. 2000. Impacts of habitat fragmentation and patch size upon migration rates. *Ecological Applications* 10:131-144.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. <http://www.conanp.gob.mx/>

CONABIO, Instituto de Ecología A.C. 212 pp.

Cupul, F. 2002. Víctimas de la carretera: fauna apachurrada. *Gaceta CUC*. Departamento de Ciencias. Centro Universitario de la Costa. México.

Delgado, JD, JR Arévalo, y JM Fernández-Palacios. 2004. Consecuencias de la fragmentación viaria: efectos de borde de las carreteras en la laurisilva y el pinar de Tenerife. En: Fernández-Palacios, JM & Morici, C. (eds.) 2004. *Ecología insular / island ecology*. Asociación española de ecología terrestre (aeet)-cabildo insular de la palma. Pp. 181-225.

Flores-Villela O. y P. Jerez. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Universidad Nacional Autónoma de México. México. 430 p.

Flores-Villela O., Q. F. Mendoza y G. González (Comes.) 1995. Recopilación de claves para la determinación de Anfibios y Reptiles de México. *Publ. Espec. No. 10. Mus. Zool. Fac. Cs. Biol., UNAM.*

Foppen, R. and R. Reijnen. 1994. The effects of car traffic on breeding bird populations in woodland. II. Breeding dispersal of male willow warblers (*Phylloscopus trochilus*) in relation to the proximity of a highway. *Journal of Applied Ecology* 31:95-101.

Forman R. T. T. 1999. *Land Mosaics. The ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press.

Forman, R. T. and Alexander, I. E. 1998. Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics* 29: 207-231.

Forman, R. T. T., Reineking, B. y Hersperger, A. A. 2002. Road traffic and nearby grassland bird patterns in suburbanizing landscape. *Environmental Management*, 29: 782-800.

García-Romero A., Galicia L., Mendoza K. I. 2006. *La diversidad ambiental y del paisaje en México*. Colección Huellas de Papel. Santillana, México. 80 p.

García-Romero A., J. Muños J. 2002. *El paisaje en el ámbito de la geografía*. Temas Selectos de Geografía. UNAM. Instituto de Geografía. 137 p.

Goosem, M. 1997. Internal fragmentation: the effects of roads, highways and powerline clearings on movements and mortality of rainforest vertebrates. pp. 241-255. En: *Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities*. W. F. Laurance y R. O. Bierregard junior (eds). University of Chicago Press, Chicago.

Goosem, M. 2002. Effects of tropical rainforest roads on small mammals: fragmentation, edge effects and traffic disturbance. *Wildlife Research* 29: 277-289.

Hernández-Salinas, U., A. Ramírez-Bautista, A. Leyte-Manrique, y G. R. Smith. 2010. Reproduccion and sexual dimorphism in two population of *Sceloporus grammicus* (Sauria: Phrynosomatidae) from Hidalgo, México. *Herpetologica* 66: 53-63.

Howell S. N. G. y S. Webb. 1995. *A guide to: The birds of Mexico and Northern Central America*. Oxford University Press, Oxford. 851 p.

J. H. Townsend, y J. D. Johnson. (Eds.). *Conservation of the Mesoamerican Amphibians and Reptiles*. Eagle Mountain Publ., L. C., Eagle Mountain, Utah. xvii + 812 pp
Liner, E. A. 2007. Checklist of the amphibians and reptiles of México. *Occasional Papers of the Museum of Natural Science* 80:1-59.

Jean-Christophe. L. 1991. *The impacts of the roads network on the wild fauna in France*. University in Lyon. France.

Johnson, J. D., V. Mata-Silva, y A. Ramírez Bautista. 2010. Geographic distribution and conservation of the herpetofauna of southeastern Mexico. Pp. 323-369. En: Wilson, L. D., *Ley Agraria* (1992)

Ley de Expropiación (1997)

Ley Federal de Reforma Agraria,

Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas (1972).

Ley General de Bienes Nacionales (2004)

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (2005)

Ley General de Vida Silvestre

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

López-Ramos, E. 1983. Geología de México. E. López Ramos, 3ra ed. Pag. 22-71, 140-157.

Miranda, F. & E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación en México y su clasificación *Bol. Soc. Bot. Méx.* 28: 29-179

Morrone, J. J. 2001. Biogeografía de América Latina y el Caribe. *Manuales y Tesis SEA*, número 3, Zaragoza, España.

Morrone, J. J., D. Espinosa-Organista, y J. Llorente-Bousquets. 2002. Mexican biogeographic provinces: preliminary scheme, general characterizations, and synonymies. *Acta Zoologica Mexicana (Nueva Serie)* 85: 83-108.

Navarro, G. A. y H. Benítez. 1993. *Patrones de riqueza y endemismo de las aves*. *Ciencias*. 7: 45-54.

Noss, R. 2002. *The ecological effects of roads*.

Ortega, Y. K. and Capen, D. E. 1999. Effects of forest roads on habitat quality for ovenbirds in a forested landscape. *The Auk* 116(4): 937-946.

Parra-Olea, G., T. J. Papenfuss, y D. B. Wake. 2001. New species of lungless salamanders of the genus *Pseudoeurycea* (Amphibia: Caudata: Plethodontidae) from Veracruz. *Museum of the Natural History. University of Kansas* 20: 1-9.

Pennington, T. D., y J. Sarukhán. 1998. Manual para la identificación de campo de los árboles tropicales de México. Segunda edición. Universidad Nacional Autónoma de México. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 521 p.

Pérez-Higareda G. Y H. M. Smith. 1991. Peterson T. R. y L. E. Chalif. 1994. *Aves de México: Guía de campo*. Diana. México. 473 pp.

Plan de desarrollo Municipal, 2012-2015. La Trinitaria, Chiapas.

Ramírez B. P.; M. E. A de Sucre y G. D. E. Varona. 2003. *Manual de ornitología*. Laboratorio de Zoología. FES Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F. 196 pp.

Ramírez-Bautista, A., L. Canseco-Márquez, y F. Mendoza-Quijano (Eds.). 2006. Inventarios herpetofaunísticos de México: Avances en el conocimiento de su biodiversidad. Publicaciones Especiales de la Sociedad Herpetológica Mexicana No. 3

Reijnen, R. and Foppen, R. 1994. The effects of car traffic on breeding bird populations in woodland. Evidence of reduced habitat quality for willow warblers (*Phylloscopus trochilus*) breeding close to a highway. *Journal of Applied Ecology*. 31: 85-94.

Reijnen, R., Foppen, R. and Meeuwsen, H. 1996. The effects of traffic on the density of breeding birds in Dutch agricultural grasslands. *Biological Conservation* 75: 255-260.

Reijnen, R., Foppen, R. and Veenbaas, G. 1997. Disturbance by traffic of breeding birds: Evaluation of the effect and considerations in planning and managing road corridors. *Biodiversity and Conservation* 6: 567-581.

Rheindt, F.E. 2003., The impact of roads on birds: Does song frequency play a role in determining susceptibility to noise pollution? *Journal fur Ornithologie* 144(3):295-306.

Roa R. M. A. 1992. *Manejo, uso racional y conservación de la fauna silvestre*. P. 336-343. In: Memorias del X Simposio sobre Fauna Silvestre General. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Rosell, C., Álvarez, G., Cahill, C., Campeny, C. Rodríguez, A. Y Séiler, A. 2003. La fragmentación del hábitat en relación con las infraestructuras de transporte en España. O. A. Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente. 317 pp. Madrid

Roze, J. A. 1996. Coral snakes of the Americas, biology, identification, and venoms. Krieger Publishing Company, Malabar, Florida, USA.

Ruiz Palacios, Natali. 2011. Impacto por Atropello sobre las comunidades de fauna silvestre asociadas al derecho de vía de una carretera en la región Norte del Estado de Morelos, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, UAEM. Cuernavaca, Morelos.

Rzedowski, J. 1994 *Vegetación de México*, Distrito Federal, México. An. Esc. Nac. Cienc. Biol. Instituto Politécnico Nacional.

Sanz, L; Serrano, M. y Puig, J. 2001. Los efectos de las carreteras sobre los vertebrados terrestres. *Gorosti* 51-57.

Sarukhán, J. 1968. Los tipos de vegetación arbórea de la zona cálido-húmeda de México. Pp. 3-46. En: Pennington, T. D., y J. Sarukhán (Eds.). *Manual para la identificación de los principales árboles tropicales de México*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y FAO. México, D.F

Sarukhán, J., et al. 2009. *Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad*. CONABIO, México.

SEMARNAT, Normas Oficiales Mexicanas (NOM), Leyes y Normas,

Smith, H. M., y E. H. Taylor. 1966. Herpetology of México. Annotated checklist and keys to amphibians and reptiles. A reprint of Bulletins 187, 194 and 199 of the United States National Museum with a list of subsequent taxonomic innovation. Eric. Lundberg. Asthon Maryland.

Spellerberg, I. F. 1998. Ecological effects of roads and traffic: a literature review. *Global Ecology and Biogeography Letters* 7(5): 317-333.

Stolen, E. D. 2003. The effects of vehicle passage on foraging behaviour of wading birds. *Waterbirds* 26(4): 429-436.

Toledo V. M. 1988. La diversidad biológica de México. *Ciencia y Desarrollo*. 81:17-29.

Van der Zande, A. N., Ter Keurs, W. J. Y Van Der Weijden, W. J. 1980. The impact of roads on the densities of four bird species in an open field habitat- evidence of a long distance effect. *Biological Conservation* 18:299-321.

CAPÍTULO VIII

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS

VIII.1. Presentación de la información

Anexo 1. Documentación Legal

Anexo 2. Análisis Fotográfico

Anexo 3. Cartografía

- a) Acuífero
- b) Modelo de recarga del acuífero
- c) Tipos de Clima
- d) Cuenca Hidrológica
- e) Diagnóstico Ambiental del SAR
- f) Escurrimiento Superficial
- g) Unidades Geológicas del SAR
- h) Nivel de marginación del Estado de Quintana Roo
- i) Delimitación del Sistema Ambiental Regional
- j) Modelo de Precipitación Media Anual
- k) Sitios de Muestreo de la Vegetación del SAR
- l) Municipios del SAR
- m) Modelos de P/T media Anual
- n) Subcuencas Hidrológicas
- o) Unidades Edáficas del SAR
- p) Modelo de Temperatura Media Anual
- q) Topoformas del SAR
- r) Uso de Suelo Tendencial al 2030
- s) Reclasificación del USV - Actual

Anexo 5. Listado Florístico

Anexo 4. Listado Faunístico

VIII.2. Glosario de términos

Adaptación: Estado de encontrarse ajustado al ambiente como resultado de la selección natural. Una peculiaridad de la estructura, la fisiología o el comportamiento que le permite al organismo vivir en su ambiente.

Aislamiento genético: La ausencia de intercambio genético entre poblaciones o especies como resultado de la separación geográfica o de mecanismos de pre apareamiento o pos apareamiento (anatómicos, fisiológicos o de comportamiento) que evitan la reproducción.

Biomasa: Masa total de todos los organismos (o de algún grupo de organismos) que viven en un hábitat o lugar determinado.

Componentes ambientales críticos: Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

Componentes ambientales relevantes: Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.

Comportamiento: Todos los actos que realiza un organismo, como, por ejemplo, la búsqueda de un hábitat adecuado, la obtención de alimento, eludir a los depredadores, la búsqueda de una pareja y la reproducción.

Comunidad: todas las poblaciones de organismos que habitan en un ambiente común y se encuentran en interacción unas con otras.

Convergencia: Proceso de adquisición de adaptaciones equivalentes cuando dos o más poblaciones están sujetas a presiones selectivas similares.

Daño ambiental: Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

Daño a los ecosistemas: Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.

Daño grave al ecosistema: Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.

Desmonte: Remoción de la vegetación existente en las áreas destinadas a la instalación de la obra.

Duración: El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.

Ecología: El estudio de las interacciones de los organismos con su ambiente físico y entre sí y los resultados de estas interacciones.

Especies de difícil regeneración: Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.

Fijación de carbono: Proceso que tiene lugar en la fotosíntesis. Incorporación inicial de CO₂ en compuestos orgánicos.

Filtración: Pasaje de un fluido por un filtro. La primera etapa de la función renal; el plasma sanguíneo pasa, bajo presión, de los capilares glomerulares a la cápsula de Bowman, mediante la cual entra en el túbulo renal.

Hábitat: Lugar en el que pueden encontrarse habitualmente los individuos de una especie determinada.

Habitación: Comportamiento en el cual, ante un estímulo repetido, la respuesta a ese estímulo se ve disminuida o desaparece; una de las formas más simples de aprendizaje.

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento 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.

Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Impacto ambiental sinérgico: 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.

Importancia: Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:

a) La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.

Irreversible: Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

Magnitud: Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.

Mamíferos: Grupo de animales muy diverso, que tienen en común el ser amniotas, sinápsidos y se caracterizan por poseer pelo, posibilidad de provisión de leche a la progenie por glándulas exocrinas especializadas, endotermia, heterodoncia y un número menor de huesos craneales que otros vertebrados. Son casi siempre vivíparos y practican el cuidado de las crías.

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causara con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Naturaleza del impacto: Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

Raíz: En botánica, uno de los órganos que generalmente sirven para fijar la planta al sustrato y absorber agua y minerales de él. r. secundaria: raíces típicas de las plantas dicotiledóneas. Se especializan en la fijación mucho más que en la absorción. r. adventicias: raíces fibrosas típicas de las plantas monocotiledóneas. Se disponen a modo de ramillete y carecen de raíz principal. Todas desempeñan la función de sostén y absorben sustancias.

Relleno: Conjunto de operaciones necesarias para depositar materiales en una zona terrestre generalmente baja.

Reversibilidad: Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

Sistema ambiental: Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.