

# 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

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD REGIONAL  
PARA EL PROYECTO  
“PARQUE FOTOVOLTAICO YUCATÁN SOLAR”  
A DESARROLLARSE EN EL MUNICIPIO DE VALLADOLID,  
YUCATÁN, MÉXICO**

Octubre 2016

# CAPÍTULO I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

## CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	1
I.1. Proyecto .....	1
I.1.1. Nombre del Proyecto.....	1
I.1.2. Ubicación del Proyecto.....	1
I.1.3. Tiempo de Vida Útil del Proyecto .....	6
I.1.4. Presentación de la Documentación Legal.....	6
I.2. Promovente .....	6
I.2.1. Nombre o Razón Social.....	6
I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del Promovente .....	6
I.2.3. Nombre del representante legal.....	6
I.2.4. Dirección del promovente o de su representante legal .....	6
I.3. Responsable del estudio de impacto ambiental .....	7
I.3.1. Nombre o razón social .....	7
I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes .....	7
I.3.3. Nombre del responsable técnico del estudio .....	7
I.3.4. Dirección del responsable técnico del estudio .....	7

## TABLAS

Tabla I.1 Coordenadas del predio.....	1
Tabla I.3 Coordenadas de ubicación de los carriles de aceleración y desaceleración .....	3
Tabla I.2 Coordenadas de ubicación de los puntos de inflexión de la línea de transmisión.....	4

## FIGURAS

Figura I.1 Ubicación del Proyecto.....	5
--	---

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

## I.1. PROYECTO

### I.1.1. NOMBRE DEL PROYECTO

Parque Fotovoltaico Yucatán Solar.

### I.1.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El Proyecto se ubicará en el municipio de Valladolid en el estado de Yucatán, aproximadamente a 6 kilómetros al suroeste de la ciudad de Valladolid. La principal vía de acceso es la carretera No.180 Mérida-Valladolid. En la Tabla I.1 , se presentan las coordenadas de ubicación del predio donde se desarrollará.

Tabla I.1 Coordenadas del predio

Punto de inflexión	Coordenadas UTM		Punto de inflexión	Coordenadas UTM	
	X	Y		X	Y
1	367,881.973	2,284,911.410	36	368,436.018	2,284,236.410
2	367,876.764	2,284,751.350	37	368,428.217	2,284,211.860
3	367,881.201	2,284,754.160	38	368,413.998	2,284,142.150
4	367,916.112	2,284,767.000	39	368,409.014	2,284,100.540
5	367,916.491	2,284,762.810	40	368,405.803	2,284,064.180
6	367,917.013	2,284,713.770	41	368,408.460	2,284,010.700
7	367,918.698	2,284,695.740	42	368,408.470	2,284,009.720
8	367,923.622	2,284,680.750	43	368,358.916	2,284,009.280
9	367,929.035	2,284,662.110	44	368,320.527	2,284,008.390
10	367,930.626	2,284,644.940	45	368,280.294	2,284,005.060
11	367,931.202	2,284,611.140	46	368,233.810	2,284,004.460
12	367,930.273	2,284,579.140	47	368,181.954	2,283,992.410
13	367,927.461	2,284,565.340	48	368,124.742	2,283,978.920
14	367,924.558	2,284,538.510	49	368,107.390	2,283,976.870
15	367,924.671	2,284,515.720	50	368,109.658	2,283,941.320
16	367,997.994	2,284,504.470	51	368,099.026	2,283,899.320
17	368,025.664	2,284,500.370	52	368,073.379	2,283,840.550
18	368,044.661	2,284,495.790	53	368,067.957	2,283,831.380
19	368,104.707	2,284,481.010	54	368,052.782	2,283,792.300
20	368,130.310	2,284,477.470	55	368,042.605	2,283,753.490
21	368,155.374	2,284,480.630	56	368,034.670	2,283,722.600
22	368,173.316	2,284,485.650	57	368,031.754	2,283,698.420
23	368,171.650	2,284,454.980	58	368,023.176	2,283,667.450
24	368,160.636	2,284,389.780	59	368,011.456	2,283,629.950
25	368,151.620	2,284,350.010	60	367,991.799	2,283,576.030
26	368,148.417	2,284,312.870	61	367,985.793	2,283,557.560
27	368,148.582	2,284,280.800	62	367,954.457	2,283,556.690
28	368,165.102	2,284,281.520	63	367,889.965	2,283,562.610
29	368,230.676	2,284,284.420	64	367,862.927	2,283,575.420
30	368,242.451	2,284,284.970	65	367,773.042	2,283,589.150
31	368,328.117	2,284,285.520	66	367,707.339	2,283,599.020
32	368,369.311	2,284,284.390	67	367,673.292	2,283,610.230
33	368,385.762	2,284,286.660	68	367,657.212	2,283,536.670
34	368,397.904	2,284,286.910	69	367,654.513	2,283,513.990
35	368,453.844	2,284,289.710	70	367,651.613	2,283,469.760

**Tabla I.1 Coordenadas del predio (continuación)**

Punto de inflexión	Coordenadas UTM		Punto de inflexión	Coordenadas UTM	
	X	Y		X	Y
71	367,654.861	2,283,435.140	121	366,384.734	2,282,914.320
72	367,657.420	2,283,398.600	122	366,342.712	2,282,921.350
73	367,654.596	2,283,327.000	123	366,308.104	2,282,923.540
74	367,663.679	2,283,262.150	124	366,272.840	2,282,917.430
75	367,675.725	2,283,212.250	125	366,281.137	2,282,959.980
76	367,710.066	2,283,215.940	126	366,299.008	2,283,027.830
77	367,757.313	2,283,214.150	127	366,301.474	2,283,121.910
78	367,798.430	2,283,214.120	128	366,305.620	2,283,146.000
79	367,806.726	2,283,148.660	129	366,313.382	2,283,265.640
80	367,810.404	2,283,077.330	130	366,309.143	2,283,327.330
81	367,795.774	2,283,027.970	131	366,311.007	2,283,365.410
82	367,785.848	2,282,968.490	132	366,318.146	2,283,420.380
83	367,786.997	2,282,922.600	133	366,330.465	2,283,465.090
84	367,748.785	2,282,847.520	134	366,335.789	2,283,490.850
85	367,727.163	2,282,797.550	135	366,345.874	2,283,523.350
86	367,695.743	2,282,739.160	136	366,349.837	2,283,557.630
87	367,676.217	2,282,690.730	137	366,352.556	2,283,602.070
88	367,656.877	2,282,633.830	138	366,350.533	2,283,630.990
89	367,575.830	2,282,617.180	139	366,353.339	2,283,716.390
90	367,535.180	2,282,613.110	140	366,363.274	2,283,770.040
91	367,488.120	2,282,604.930	141	366,386.937	2,283,770.560
92	367,458.513	2,282,611.410	142	366,431.278	2,283,767.340
93	367,421.459	2,282,625.760	143	366,466.543	2,283,775.200
94	367,389.439	2,282,642.400	144	366,547.263	2,283,784.520
95	367,370.746	2,282,649.200	145	366,604.447	2,283,781.400
96	367,302.079	2,282,678.030	146	366,659.526	2,283,774.810
97	367,137.173	2,282,425.930	147	366,765.800	2,283,763.330
98	367,121.929	2,282,390.070	148	366,814.525	2,283,766.880
99	367,114.122	2,282,306.960	149	366,867.283	2,283,760.370
100	366,965.145	2,282,281.870	150	366,925.079	2,283,748.710
101	366,937.942	2,282,092.870	151	366,942.045	2,283,747.510
102	366,707.883	2,282,061.890	152	366,962.617	2,283,742.370
103	366,735.891	2,282,128.130	153	367,029.804	2,283,734.670
104	366,733.858	2,282,230.030	154	367,057.232	2,283,793.140
105	366,776.841	2,282,476.990	155	367,070.399	2,283,818.210
106	366,766.999	2,282,691.150	156	367,077.243	2,283,838.140
107	366,956.417	2,282,717.290	157	367,089.077	2,283,902.830
108	366,948.423	2,282,793.390	158	367,092.711	2,283,936.310
109	366,930.798	2,282,836.950	159	367,108.514	2,283,958.870
110	366,925.278	2,282,866.390	160	367,044.787	2,284,028.640
111	366,925.852	2,282,912.280	161	367,045.163	2,284,282.030
112	366,926.362	2,282,932.630	162	367,344.377	2,284,281.960
113	366,875.200	2,282,929.790	163	367,625.124	2,284,216.740
114	366,769.625	2,282,919.340	164	367,624.909	2,284,219.390
115	366,718.710	2,282,912.680	165	367,629.214	2,284,239.390
116	366,650.018	2,282,913.190	166	367,639.427	2,284,280.930
117	366,612.165	2,282,914.430	167	367,648.115	2,284,327.250
118	366,576.694	2,282,915.950	168	367,655.600	2,284,427.900
119	366,504.678	2,282,909.020	169	367,664.032	2,284,476.030
120	366,449.624	2,282,911.920	170	367,670.815	2,284,531.910

**Tabla I.1. Coordenadas del predio (continuación)**

Punto de inflexión	Coordenadas UTM		Punto de inflexión	Coordenadas UTM	
	X	Y		X	Y
171	367,674.227	2,284,546.330	177	367,797.016	2,284,840.910
172	367,682.258	2,284,580.530	178	367,801.651	2,284,988.320
173	367,690.650	2,284,630.820	179	367,804.863	2,285,090.460
174	367,690.512	2,284,635.010	180	367,862.900	2,285,127.640
175	367,739.050	2,284,660.490	181	367,889.187	2,285,144.210
176	367,792.389	2,284,693.770	182	367,881.973	2,284,911.410

Cabe destacar que el terreno en donde se construirá el Proyecto está constituido por trece propiedades privadas, una de estas propiedades está ubicada parcialmente en el municipio de Cuncunul de acuerdo a los límites políticos establecido en la cartografía de INEGI, sin embargo, de acuerdo al registro de catastro este predio se encuentra en su totalidad bajo la administración del municipio de Valladolid.

El Proyecto contempla la construcción de carriles de aceleración y desaceleración sobre el derecho de vía de la carretera federal No.180 Mérida-Valladolid para acceder al predio, las coordenadas de ubicación se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla I.2 Coordenadas de ubicación de los carriles de aceleración y desaceleración**

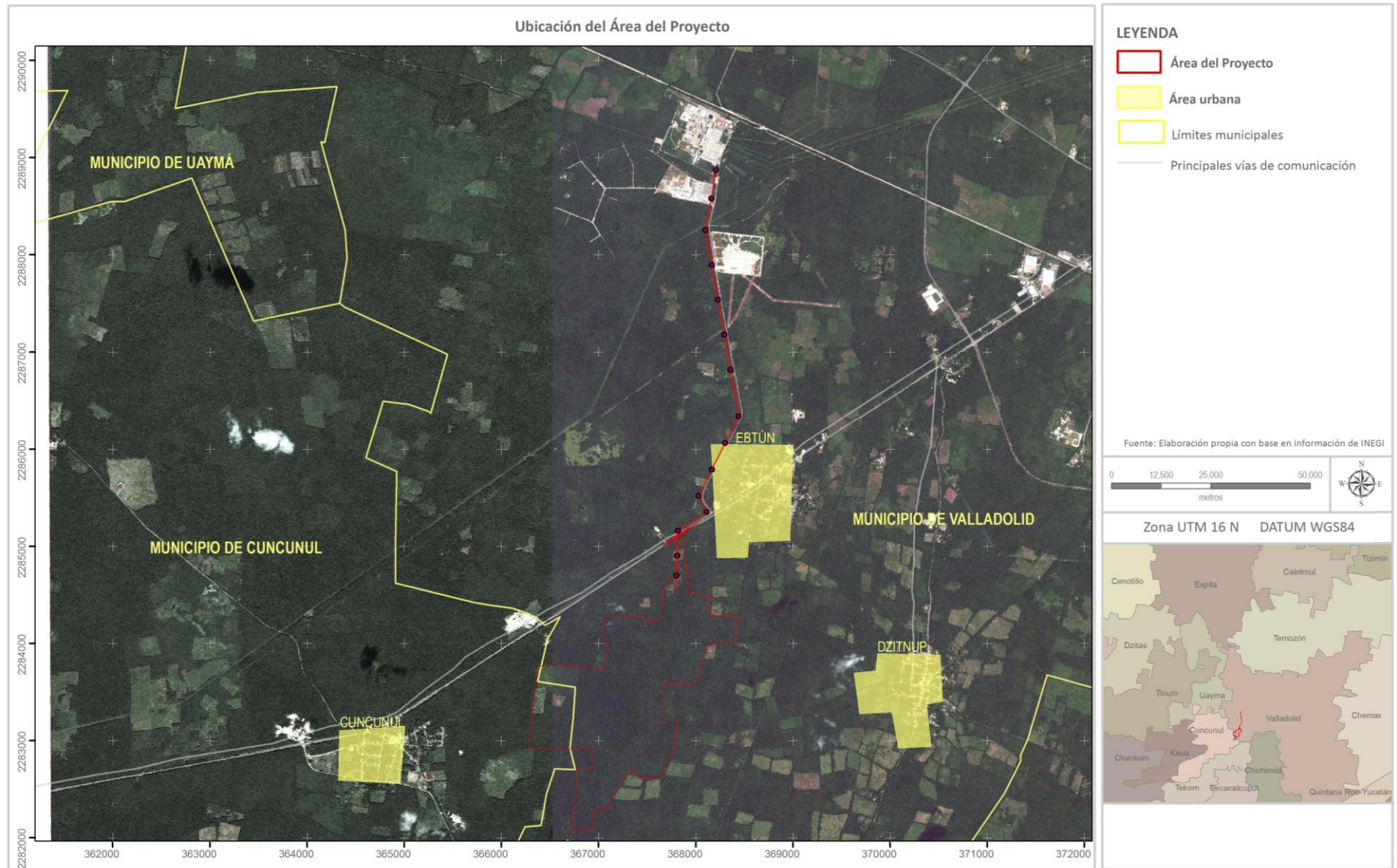
Punto de inflexión	Coordenadas UTM		Punto de inflexión	Coordenadas UTM	
	X	Y		X	Y
Carril Mérida-Valladolid			Carril Valladolid-Mérida		
1	367996.95	2285222.26	1	367940.84	2285193.43
2	367837.57	2285115.64	2	367933.40	2285188.43
3	367830.47	2285110.89	3	367896.26	2285168.81
4	367825.78	2285107.76	4	367816.71	2285116.50
5	367821.20	2285104.70	5	367718.15	2285049.45
6	367817.30	2285102.08	6	367683.10	2285020.80
7	367811.98	2285098.52	7	367669.27	2285011.60
8	367811.30	2285098.07	8	367667.06	2285015.05
9	367771.42	2285071.58	9	367714.90	2285053.32
10	367705.17	2285032.27	10	367814.05	2285120.41
11	367769.04	2285075.16	11	367893.93	2285173.29
12	367994.57	2285225.83	12	367938.21	2285196.61
13	368057.86	2285269.58	13	367940.84	2285193.43
14	367996.95	2285222.26	--	--	--
15	367996.95	2285222.26	--	--	--

El Proyecto incluye, además, la construcción de una línea de transmisión que se conectará con la Subestación eléctrica de Valladolid. Tendrá una longitud de 4.69 km, un derecho de vía de 20 m y 15 torres autosoportadas. En la Tabla I.3, se presentan las coordenadas de los puntos de inflexión de la línea.

**Tabla I.3 Coordenadas de ubicación de los puntos de inflexión de la línea de transmisión**

Punto de inflexión	Coordenadas UTM		Punto de inflexión	Coordenadas UTM	
	X	Y		X	Y
1	367,797.144	2,284,530.580	6	368,358.495	2,286,820.490
2	367,816.008	2,285,161.310	7	368,099.490	2,288,254.640
3	368,115.504	2,285,354.130	8	368,160.946	2,288,579.470
4	368,029.244	2,285,520.390	9	368,208.119	2,288,874.140
5	368,440.453	2,286,335.960	10	368,182.084	2,288,885.740

En la Figura I.1, se presenta la ubicación del Área del Proyecto.



**Figura I.1 Ubicación del Proyecto**



### **I.1.3. TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO**

El Proyecto tendrá una vida útil de 30 años a partir de que inicie su operación.

### **I.1.4. PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL**

## **I.2. PROMOVENTE**

### **I.2.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL**

### **I.2.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE**

### **I.2.3. NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL**

### **I.2.4. DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL**

### **I.3. RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

#### **I.3.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL**

#### **I.3.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES**

#### **I.3.3. NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO**

#### **I.3.4. DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO**

# CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

## CONTENIDO

II.1. Información general del Proyecto.....	1
II.1.1. Naturaleza del Proyecto.....	1
II.1.2. Justificación.....	3
II.1.3. Ubicación física del Proyecto y Planos de Localización .....	5
II.1.3.1. Representación gráfica regional.....	6
II.1.3.2. Representación gráfica local.....	7
II.1.4. Inversión requerida.....	11
II.2. Características particulares del Proyecto .....	11
II.2.1. Módulos fotovoltaicos .....	11
II.2.2. Subestación elevadora .....	15
II.2.3. Instalaciones auxiliares.....	17
II.2.4. Línea de transmisión.....	17
II.2.5. Camino de acceso, carriles de aceleración y desaceleración.....	18
II.2.6. Instalaciones temporales .....	18
II.3. Superficie requerida.....	19
II.4 Programa de trabajo.....	22
II.5. Preparación del sitio y construcción.....	23
II.5.1. Preparación del sitio .....	23
II.5.1.1. Trazo y delimitación.....	23
II.5.1.2. Desmonte.....	23
II.5.1.3. Despalme.....	23
II.5.1.4. Nivelaciones y rellenos.....	23
II.5.1.5. Excavaciones.....	24
II.5.1.6. Compactación.....	24
II.5.2. Construcción.....	24
II.5.2.1. Módulos fotovoltaicos.....	24
II.5.2.1.1. Hincado y montaje de estructuras.....	25
II.5.2.1.2. Montaje de paneles .....	25
II.5.2.1.3. Inversores y estaciones de media tensión.....	26
II.5.2.1.4. Cableado subterráneo.....	26
II.5.2.1.5. Vialidades internas .....	27
II.5.2.2. Subestación elevadora .....	28
II.5.2.3. Instalaciones auxiliares.....	29
II.5.2.4. Línea de transmisión .....	29
II.5.2.5. Camino de acceso y carriles.....	31
II.5.3. Operación y mantenimiento .....	31
II.5.3.1. Operación.....	31

II.5.3.2. Mantenimiento .....	33
II.5.4. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.....	34
II.6. Requerimientos de personal, insumos, materiales, equipo y maquinaria .....	34
II.6.1. Personal .....	34
II.6.1.1. Preparación del sitio y construcción.....	34
II.6.1.2. Operación y mantenimiento.....	35
II.6.2. Hospedaje.....	35
II.6.2.1. Preparación del sitio y construcción.....	35
II.6.2.2. Operación y mantenimiento.....	35
II.6.3. Alimentación.....	35
II.6.3.1. Preparación del sitio y construcción.....	35
II.6.3.2. Operación y mantenimiento.....	35
II.6.4. Agua.....	36
II.6.4.1 Preparación del sitio y construcción.....	36
II.6.4.2. Operación y mantenimiento.....	37
II.6.5 Combustible y energía.....	37
II.6.5.1 Preparación del sitio y construcción.....	37
II.6.5.2. Operación y mantenimiento.....	38
II.6.6. Materiales .....	38
II.6.7. Equipo y maquinaria .....	39
II.7 Residuos.....	40
II.7.1. Residuos Sólidos.....	40
II.7.1.1. Preparación del sitio y construcción.....	40
II.7.1.1.1. Residuos sólidos domésticos.....	40
II.7.1.1.2. Residuos de excavaciones y despalle.....	40
II.7.1.1.3. Residuos vegetales.....	40
II.7.1.1.4. Residuos reutilizables y reciclables.....	41
II.7.1.1.5. Residuos peligrosos.....	41
II.7.1.2. Operación y mantenimiento.....	41
II.7.2. Residuos Líquidos.....	42
II.7.2.1. Preparación del sitio y construcción.....	42
II.7.2.2 Operación y mantenimiento.....	42
II.7.3. Emisiones a la Atmósfera.....	43
II.7.3.1. Preparación del sitio y construcción.....	43
II.7.3.2. Operación y mantenimiento.....	43

## TABLAS

Tabla II. 1. Principales características de los componentes del Proyecto.....	2
Tabla II. 2. Criterios de selección del sitio. ....	4
Tabla II. 3. Distribución de las Áreas del Proyecto .....	8
Tabla II. 4. Características del transformador Subestación Elevadora .....	16
Tabla II. 5. Coordenadas de ubicación de las torres autoportadas .....	18
Tabla II. 6. Descripción de las instalaciones temporales .....	18
Tabla II. 7. Superficie requerida para el Proyecto .....	21
Tabla II. 8. Programa del trabajo.....	22
Tabla II. 9. Descripción de las actividades de construcción de la subestación eléctrica .....	28
Tabla II. 10. Descripción de las actividades de construcción de la línea de transmisión.....	29
Tabla II. 11. Descripción de las actividades para la construcción del camino de acceso. ....	31
Tabla II. 12. Requerimientos de personal durante la etapa de preparación del sitio y construcción. .....	34
Tabla II. 13. Requerimientos de personal durante la etapa de operación y mantenimiento.....	35
Tabla II. 14. Requerimientos de agua potable y cruda durante la etapa de preparación del sitio y construcción.....	36
Tabla II. 15. Requerimientos de agua potable y cruda durante la etapa de preparación del sitio y construcción.....	37
Tabla II. 16. Requerimientos de combustible y energía durante la etapa de preparación del sitio y construcción.....	37
Tabla II. 17. Requerimientos de materiales .....	38
Tabla II. 18. Número de viajes que se requerirán para la Preparación del Sitio y Construcción..	39
Tabla II. 19. Número de camiones que se requerirán para la Preparación del Sitio y Construcción. .....	39

## FIGURAS

Figura II.1. Ubicación regional del Proyecto.....	6
Figura II.2. Ubicación local del Proyecto. ....	7
Figura II.3. Distribución general de las Áreas del Proyecto.....	9
Figura II.4. Trayectoria de la línea de transmisión.....	10
Figura II.5. Ejemplo de una estructura con tracker o motor .....	13
Figura II.6. Vista esquemática de los módulos fotovoltaicos.....	14
Figura II.7. Ejemplo de las estaciones de poder Ingeteam CON40" equipadas con inversores y transformadores BT/MT.....	14
Figura II.8. Ejemplo de una subestación elevadora.....	16
Figura II.9. Diseño de torre autoportada de transmisión .....	17
Figura II.10. Distribución de las Áreas del Proyecto.....	20
Figura II.11. Diferencia del tipo de cimentación para el soporte de las estructuras fijas.....	25
Figura II.12. Ejemplo de hincadoras hidráulicas. ....	25
Figura II.13. Foto ilustrativa de paneles fotovoltaicos.....	26
Figura II.14. Ejemplo de las vistas de las zanjas .....	27
Figura II.15. Esquema de limpieza de los paneles fotovoltaicos.....	33

## **ANEXOS**

Anexo II.1. Fichas de los módulos o paneles fotovoltaicos.

Anexo II.2. Planos del Proyecto.

Anexo II.3. Reciclaje de Panel fotovoltaico.

Anexo II.4. Funcionamiento de Tecnología Fotovoltaica.

Anexo II.5. CENACE Estudio Indicativo PV Cuncunul 70 MW

Anexo II.6. Estudio de Isla de Calor

## II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

### II.1.1. NATURALEZA DEL PROYECTO

La energía solar fotovoltaica consiste en la transformación de la radiación solar en energía eléctrica a partir del efecto fotovoltaico de los materiales semiconductores que forman las células solares. El efecto fotovoltaico es la absorción de luz por la materia y la transformación de la energía de la radiación, fotones, en una corriente eléctrica. *La tecnología actual de los paneles no genera reflejos ni islas de calor.* La generación de energía eléctrica fotovoltaica supone la no generación de energía no renovable que emite CO<sub>2</sub>, situando la energía fotovoltaica como una de las más limpias y ecológicas.

El Proyecto consiste en un parque de generación de energía solar fotovoltaica, con una capacidad nominal de 70 MW.

El Proyecto utilizará paneles fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica en corriente directa durante el día, la cual será convertida a corriente alterna en media tensión en 23 KV, posteriormente la energía será elevada a alta tensión por la subestación elevadora 23kV/115kV que se ubicará dentro del mismo parque. El parque fotovoltaico contará con un sistema de seguidores, los cuales forman parte del sistema de montaje o estructura de los paneles fotovoltaicos, serán horizontales de un eje (norte-sur) con el fin de incrementar la generación eléctrica. El parque estará interconectado a la Subestación Eléctrica Valladolid 115kV, ubicada al norte del parque a través de una subestación elevadora de 23kV/115 kV y una línea de transmisión de 115 kV.

Los principales componentes del Proyecto que se ubicarán en el predio son los siguientes:

- Módulos fotovoltaicos montados en estructuras con seguidores de un eje horizontal conectados a inversores (DC/AC) y a las estaciones de media tensión.
- Vialidades internas para acceder a los módulos fotovoltaicos y darles mantenimiento periódico.
- Área de oficinas y servicios
- Subestación elevadora 23kV/115kV
- Camino de acceso, carriles de aceleración y desaceleración
- Línea de transmisión de 115 kV
- Dos bahías (2 interruptores) y un alimentador en 230 kV en la S.E. Valladolid para la interconexión de la Línea de Transmisión proveniente de la subestación elevadora del Proyecto.

Se instalarán aproximadamente 313,140 módulos policristalinos de 335 Watts cada uno y generarán una capacidad de 97 MWp en corriente directa. Los módulos serán conectados a 67 inversores centrales de 1,164 kW (ac) de los cuales se generará una potencia activa máxima de 70 MW (ac) y 23 estaciones de media tensión. El parque solar fotovoltaico tendrá una producción anual de energía superior a 176,475 MWh y una producción específica anual de aproximadamente 1,916 kWh/kWp/año.

Se utilizará el sistema de monitoreo, el cual está basado en un sistema SCADA. El Proyecto contará con una estación meteorológica propia, conectada al sistema de monitoreo y control.

El parque fotovoltaico contará con una cerca perimetral de malla metálica galvanizada, circuito cerrado y sistema contraincendio con el fin de salvaguardar los equipos. Se realizarán las adecuaciones necesarias para el drenaje de agua pluvial a fin de evitar inundaciones y permitir el libre flujo del agua.

**Tabla II. 1. Principales características de los componentes del Proyecto.**

Componentes del Proyecto	Características
Módulos fotovoltaicos	313,140 módulos policristalinos de aproximadamente 335 Watts cada uno generando una capacidad de 97 MWp en corriente directa.
Estructuras de soporte	Las estructuras de soporte contarán con un sistema de seguidores horizontales de un eje (norte-sur) de $\pm 60^\circ$ con el fin de optimizar la generación eléctrica.
Inversores (DC/AC) y estaciones de media tensión	Se instalarán 67 inversores centrales Ingeteam modelo IS 1165TL B420 de 1,164 kW (ac) cada uno de los cuales se generará una potencia activa máxima de 70 MW (ac). Además 23 estaciones de media tensión, Ingeteam CON 40".
Sistema de monitoreo, control y comunicaciones.	Se utilizará el sistema de monitoreo, el cual está basado en un sistema SCADA que se ubicará dentro del Edificio de control que contará además con un sistema de detección de incendio con base a detectores de humo tipo inteligente y extintores portátiles.
Edificio de oficinas, servicios, salas de control	El edificio contará entre otras instalaciones: oficinas, sala de control, comedor, sanitarios, así como sala de juntas.
Almacenes y bodegas	Se destinarán áreas para el almacén de residuos, una bodega y un patio de maniobras.
Subestación elevadora 23kV/115 kV	Consiste en una subestación elevadora de 23kV/115 kV de una sola línea, la cual se interconectará a la línea de transmisión de 115 kV.
Vialidades internas	Se habilitarán vialidades internas que darán acceso a los paneles fotovoltaicos. Se estima una longitud aproximada de 8,025 m de longitud por 5.00 m de ancho.
Camino de acceso y carriles de aceleración y desaceleración	A fin de garantizar el acceso seguro al parque solar fotovoltaico se construirán dos carriles de aceleración y desaceleración sobre el derecho de vía de la carretera Federal No 180. El diseño y construcción se hará conforme a la normatividad de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Se construirá un camino de acceso al predio a partir de la Carretera Federal 180 Valladolid-Mérida, el cual tendrá una longitud aproximada de 500 metros por 6 m de ancho.
Línea de transmisión de 115kV	De aproximadamente 4.69 km de longitud con un derecho de vía de 20 m y 15 torres de 21 m de altura. Partirá desde la subestación elevadora hasta la SE Valladolid. Será de un circuito, calibre mínimo de ACSR477-TA o lo que establezca la Comisión Federal de Electricidad y la CENACE.

Además, se contempla un área de afectación temporal que será utilizada únicamente durante la etapa de Preparación del Sitio y Construcción que incluye un estacionamiento, un comedor, área de acopio y área de oficinas y servicios.



## II.1.2. JUSTIFICACIÓN

El objetivo del Proyecto es la generación y la venta de 70 MW de energía solar fotovoltaica, transformada a energía eléctrica contribuyendo con el aumento de la capacidad instalada a nivel nacional de la generación de energía eléctrica renovable y contribuir a satisfacer la demanda del Sistema Interconectado Peninsular que pasará al Sistema Eléctrico Nacional.

En septiembre de 2016, el Centro Nacional de Control de Energía CENACE emitió los resultados de la Segunda Subasta Eléctrica de Largo Plazo, con el objetivo de permitir a la Comisión Federal de Electricidad CFE subastar contratos de suministro de electricidad al sistema eléctrico nacional y permitir la competencia entre distintos proveedores de energía. Con las modificaciones constitucionales correspondientes se abrió la participación de capital gubernamental y privado en áreas de generación y comercialización, mientras el estado mantuvo el control de las redes de transmisión y distribución.

Este arreglo representa un cambio en la gestión estratégica del sector, pues implica la transición de un sistema centralizado de planeación basado en la decisión burocrática de inversiones a un esquema más abierto, en donde los proyectos se seleccionan de acuerdo con su rentabilidad económica y competitividad. La primera subasta permitió triplicar la capacidad instalada de energías limpias, lo que reafirmó la viabilidad de este tipo de tecnologías. De las 227 ofertas que recibió el CENACE por parte de 69 participantes, se seleccionaron 18 proyectos de 11 empresas distintas, entre los que se incluye el desarrollo de 11 parques de energía solar fotovoltaica y 5 parques eólicos.

Como resultado, el país contará para 2018 con 2.085 GW adicionales de estas dos tecnologías, los cuales se añaden a los 2.871 GW actuales. Los resultados favorables de la primera subasta muestran el potencial sobresaliente de las energías renovables en nuestro país.

Cabe señalar que la empresa fue una de las empresas ganadoras de la primera subasta y que presentan el actual proyecto, en coherencia a la Reforma energética y por consecuencia convirtiéndose de interés nacional.

Tomando en cuenta lo anterior, el Proyecto contribuirá a dichos programas, dado que El objetivo del Proyecto es la generación y la venta de 70 MW de energía solar fotovoltaica, transformada a energía eléctrica contribuyendo con el aumento de la capacidad instalada a nivel nacional de la generación de energía eléctrica renovable y contribuir a satisfacer la demanda del Sistema Interconectado Peninsular que pasará al Sistema Eléctrico Nacional. Además, al generar energía eléctrica mediante el aprovechamiento de la radiación solar y con la aplicación de tecnología limpia como lo son los paneles fotovoltaicos, disminuye la necesidad de obtener dicho recurso a través de otros procesos que generan gases de efecto invernadero por el uso de combustibles fósiles, es decir que, el Proyecto contribuirá directamente en la disminución de gases de efecto invernadero como es el caso del CO<sub>2</sub>.

La selección del sitio obedeció principalmente a la disponibilidad del recurso, ya que México a nivel mundial ocupa el 27 lugar con una contribución del 0.71% de energía solar por lo que, es uno de los cinco países más atractivos en el mundo para inversión en Proyectos de energía solar, sólo detrás de China y Singapur. La potencia solar de México es una de las más altas en el mundo, debido a que se localiza en el llamado “cinturón solar” con una radiación superior a 5 kWh por metro cuadrado por día (Alemán, Casiano, Cárdenas, Díaz, Scarlat, Dallemand & Parra, 2014).

Adicionalmente a lo mencionado, otras consideraciones relevantes para la selección del sitio, se describen en la siguiente tabla.

**Tabla II. 2. Criterios de selección del sitio.**

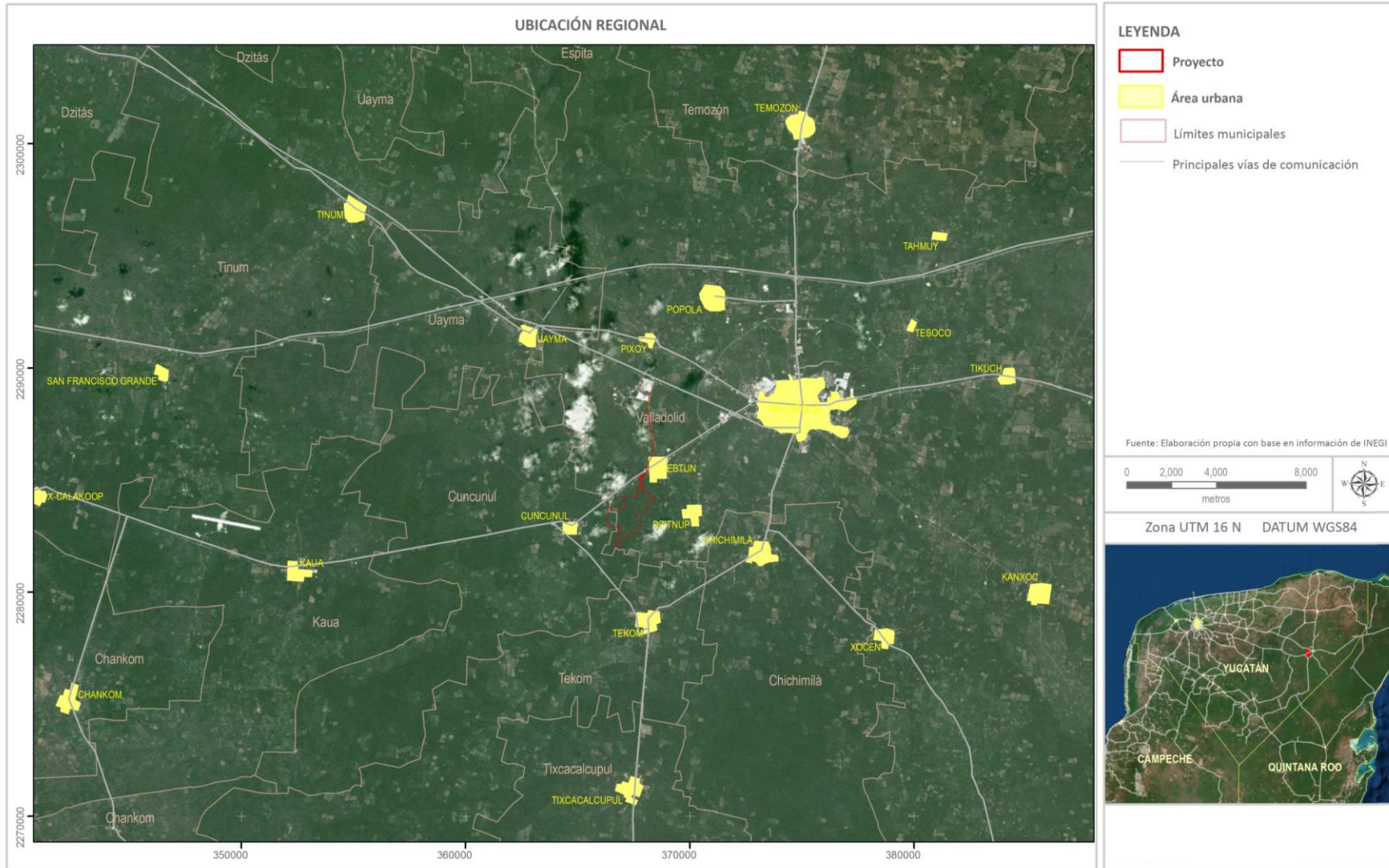
Criterios	Descripción
Técnicos	<p><u>Proximidad y viabilidad de conexión a la red de energía eléctrica:</u> de acuerdo con el estudio realizado por la CENACE, se concluye que es viable la interconexión del Proyecto a la SE Valladolid en 115kV ya que no se presentarán sobrecargas en líneas de transmisión y en elementos de transformación, ni violaciones en los perfiles de tensión en la red de influencia atribuibles a la entrada en operación del Proyecto.</p> <p><u>Superficie disponible:</u> el sitio proporciona una superficie continua de al menos 197 ha que se requieren para la instalación de los módulos fotovoltaicos.</p>
Económicos	<p>El Proyecto contribuirá a satisfacer la demanda del Sistema Interconectado Peninsular que pasará al Sistema Eléctrico Nacional.</p> <p>Además, generará empleos directos e indirectos por la compra de insumos, materiales y servicios en una región donde predomina la marginación alta.</p>
Sociales	<p>El Proyecto será ubicado en terrenos particulares los cuales serán beneficiados por el arrendamiento del terreno. Localmente habrá generación de empleos directos e indirectos principalmente durante la etapa de Preparación del Sitio y Construcción.</p>
Ecológicos	<p>El sitio donde se instalará el Proyecto no se identificó con alguna importancia ecológica como Área Natural Protegida (ANP) federal, estatal o municipal, Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Regiones Hidrológicas prioritarias (RHP), Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) ni sitios RAMSAR.</p> <p>La península de Yucatán por sus características geológicas, se han formado cenotes, estos son considerados de gran relevancia para la conservación, es por ello que se realizó un levantamiento LIDAR (siglas en inglés de Light Detection And Ranging - detección por luz y distancia). Como resultado de este levantamiento se identificó una oquedad, el Proyecto consideró las disposiciones del Reglamento de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán en materia de cenotes, cuevas y grutas para evitar cualquier afectación.</p>
Normativos	<p>La localización del Proyecto considera el cumplimiento de la legislación ambiental y forestal vigente y aplicable, que ha expedido la SEMARNAT, así como de los demás organismos públicos federales, estatales y/o municipales. Cabe destacar que, el Proyecto no se contrapone con ningún ordenamiento ecológico o urbano existente en la región.</p> <p>El proyecto resultó ganador, en la primera subasta de energía de largo plazo promovida por el CENACE y por la SENER en marzo de 2016 y podrá vender los megawatts-hora producidos y certificados de energía limpia al suministrador básico (CFE). Por esta razón, es de interés nacional que se lleve a cabo.</p>

Cabe mencionar que el Proyecto contribuirá con las metas planteadas en el Plan Nacional de Desarrollo (2013-2018), así como con el Programa Especial contra el Cambio Climático (2014-2018), y con el Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables (2014-2018). Adicionalmente, el desarrollo del Proyecto contribuirá directamente en la disminución de gases de efecto invernadero como es el caso del CO<sub>2</sub>.

### **II.1.3. UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN**

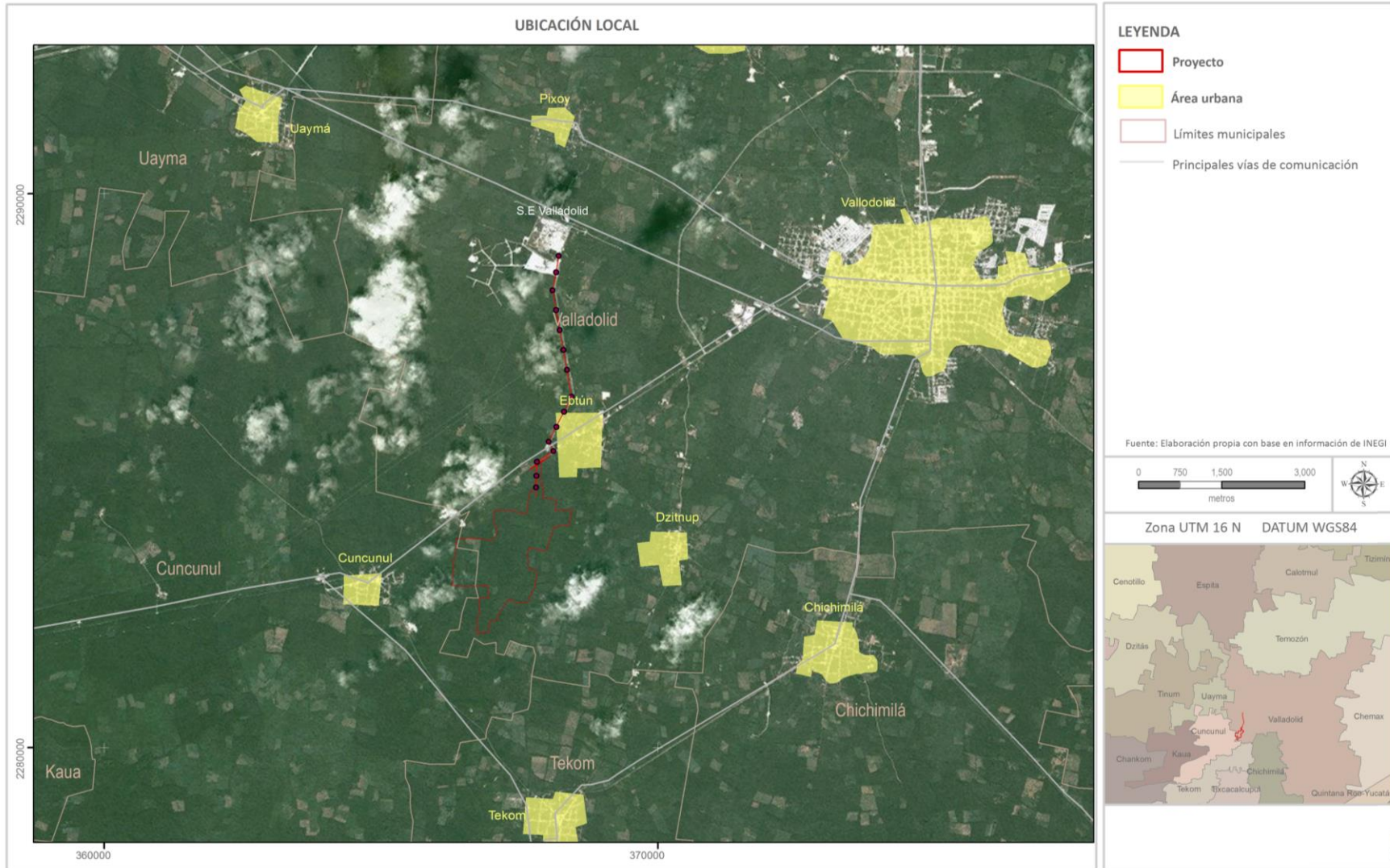
El Proyecto se ubicará en el municipio de Valladolid en el estado de Yucatán, aproximadamente a 6 kilómetros al suroeste de la ciudad de Valladolid. La principal vía de acceso es la carretera No.180 Mérida-Valladolid.

### II.1.3.1. REPRESENTACIÓN GRÁFICA REGIONAL



**Figura II.1. Ubicación regional del Proyecto.**

### II.1.3.2. REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL



**Figura II.2. Ubicación local del Proyecto.**

El Proyecto se desarrollará en una superficie total de **255.4 ha**, la cual se distribuye de forma general en tres grandes superficies: un predio de **246.80 ha** más el derecho de vía de la línea de transmisión de **8.28 ha** que se encuentra fuera del predio, más **0.32 ha** para la construcción de los carriles de aceleración y desaceleración que se construirán sobre el derecho de vía de la Carretera federal No. 180 Mérida-Valladolid.

**Tabla II. 3. Distribución de las Áreas del Proyecto**

Categoría	Superficie (ha)	Observaciones
Predio	246.80	<p>En esta superficie se construirán las siguientes instalaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Área de montaje de módulos o paneles fotovoltaicos con estaciones de media tensión e inversores.</li> <li>-Vialidades internas (que sirven de acceso a las estaciones de poder con inversores y transformadores de BT/MT).</li> <li>-Subestación elevadora 23kV/115 kV</li> <li>-Edificio de oficinas, servicios y salas de control</li> <li>-Almacenes y bodegas así como el patio de maniobras</li> </ul> <p>Estas instalaciones se ubicarán en una zona delimitada con una cerca perimetral para garantizar su seguridad. Esta zona tendrá una superficie de <b>197.22 ha</b>.</p>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Línea de transmisión de 115 kV únicamente 0.57 km de longitud y dos torres autosoportadas estarán en este predio, el resto de la trayectoria de la línea y 13 torres estarán fuera.</li> <li>-Camino de acceso y carriles de aceleración y desaceleración</li> <li>-Áreas de afectación temporal que incluye un estacionamiento, un comedor, área de acopio, área de oficinas y servicios, los cuáles serán retirados una vez que se complete la etapa de preparación del sitio y construcción.</li> <li>-Áreas de conservación. <b>45.35 ha</b></li> </ul>
Línea de transmisión	8.28	Esta superficie incluye la construcción del resto de la trayectoria de la línea de transmisión, una longitud de 4.12 km que se encuentra fuera del predio con un derecho de vía de 20 m y 13 torres autosoportadas.
Carriles de aceleración y desaceleración	0.32	Esta superficie incluye la construcción de los dos carriles de aceleración y desaceleración que se construirán sobre el derecho de vía de la Carretera Federal No.180 Mérida-Valladolid.

En la siguiente figura se presenta de forma esquemática la distribución de las obras que contempla el Proyecto.



**Figura II.3. Distribución general de las Áreas del Proyecto.**



**Figura II.4. Trayectoria de la línea de transmisión.**



## II.1.4. INVERSIÓN REQUERIDA

Para desarrollo del Proyecto se requiere una inversión de:

### Inversión aproximada para la construcción del Proyecto

### Inversión destina para las medidas de prevención, mitigación y/o compensación

## II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

### II.2.1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Los módulos fotovoltaicos, captan la luz del día y la convierten en energía eléctrica, fotovoltaico proviene de fotos=luz y voltos=electricidad, cuando agrupamos varios módulos fotovoltaicos, se forma un sistema de energía solar completo, mientras más luz del día reciban los paneles, más electricidad podrán generar. Sin embargo, los paneles solares funcionan también en días nublados. Cabe destacar que estos paneles absorben la luz no la reflejan y no se produce el fenómeno de isla de calor.

Dicho fenómeno de isla de calor o isla de calor urbana, se refieren al gradiente térmico que se observa entre los espacios urbanos y la periferia rural o peri-urbana. Dicho gradiente es favorecido por la densidad poblacional, los tipos de material de construcción comunes y los gases de efecto invernadero<sup>1</sup>.

Por principio de la definición, estrictamente el Proyecto no generará una isla de calor, toda vez que no es una zona urbana y las mínimas edificaciones de concreto que contempla el Proyecto no son suficientes para generar dicho fenómeno. Se anexa estudio referente a las islas de calor (**Anexo II.6**).

Adicionalmente la forma cualitativa de cómo se convierte la luz en electricidad, es mediante el material de silicio que es un semiconductor, cerca del 90% de las células solares están compuestas de este material. Donde la red cristalina incide una radiación luminosa que en un análisis atómico el comportamiento se caracteriza mediante cuantos de energía<sup>2</sup> por medio de fotones con una energía determinada por su longitud de onda. Lo que significa que un fotón<sup>3</sup> interactúa con un enlace y transfiere su energía a este, y se produce la absorción donde se realiza la conversión de luz en electricidad.

---

<sup>1</sup> Fuente INECC, <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/437/rene.html>, consultado el 3 de octubre de 2016.

<sup>2</sup> Un quantum o cuanto es la menor cantidad de energía que puede transmitirse en cualquier longitud de onda.

<sup>3</sup> Un fotón es una partícula mínima de energía luminosa o de otra energía electromagnética que se produce, se transmite y se absorbe

Para explicar el efecto fotoconductor radica del principio donde un fotón choca con un átomo y libera un electrón, dejando detrás un hueco. Por otra parte, la estructura de la célula solar es la que hace referencia al diseño del que se denomina malla metalizada frontal, donde los conductores metálicos que se han de realizar para extraer la corriente eléctrica de la célula solar, recordando que el silicio es un material absorbente a la luz. La cara frontal de la célula solar, la que recibe la radiación solar, tiene un contacto metálico en forma de rejilla que al mismo tiempo colecta las cargas permitiendo el paso de los fotones al interior del cristal.

Habitualmente la cara iluminada se cubre con una capa de material antirreflectante para aumentar el porcentaje de la energía solar absorbida.

Las colocaciones habituales de las células solares son de azul oscuro mate para evitar que los fotones se reflejen en la superficie. Como las obleas de silicio son bastantes especulares y de color gris metálico claro es necesario aplicar una capa antirreflectiva o también, realizar un ataque químico sobre la superficie que produce una capa compuesta de tetraedros microscópicos.

Por lo que, con la aplicación de cualquiera de estas técnicas, en ocasiones con ambas se consigue minimizar las pérdidas por reflexión hasta cifras despreciables. Actualmente, se están desarrollando otras coloraciones de células para ampliar el catálogo

Siendo que las células fotovoltaicas se agrupan en paneles o módulos, que constituyen la unidad básica de construcción de cualquier sistema fotovoltaico. Donde el panel fotovoltaico está formado por células interconectadas entre sí y selladas con un recubrimiento de vidrio y un respaldo impermeable. El conjunto se completa con una estructura que le da resistencia y rigidez.

Para el Proyecto se contempla la instalación aproximada de 313,140 módulos fotovoltaicos policristalinos de 335 Watts cada uno y generarán una capacidad aproximada de 97 MWp en corriente directa.

El máximo aprovechamiento de la energía proveniente de la radiación solar, se realiza cuando los módulos están situados en posición perpendicular a los rayos solares. Para conseguir un alto grado de eficiencia se ha optado por una solución de estructura móvil que permite ir variando la posición de los módulos a lo largo del día para obtener mayores producciones y para ello se dispondrá de un sistema de seguimiento solar horizontal de un solo eje Norte-Sur de  $\pm 60^\circ$ ; que proporcionará un mayor aprovechamiento del recurso solar respecto a una instalación solar con estructura fija.



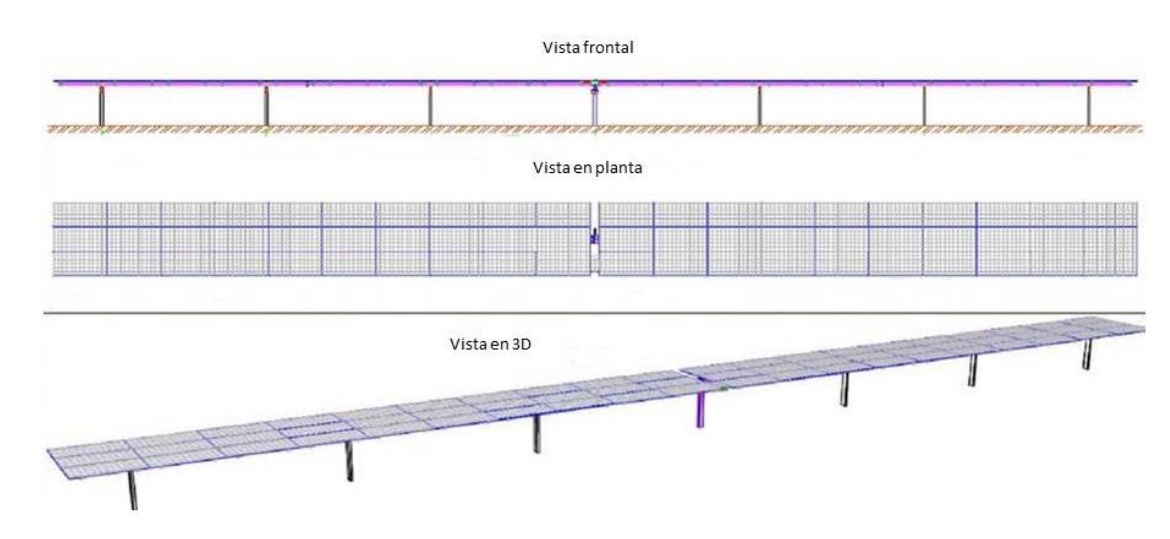
Figura II.5. Ejemplo de una estructura con tracker o motor

La estructura posee una resistencia al viento de 80 km/h y hasta 126 km/h en posición de seguridad, cabe destacar que de acuerdo al análisis realizado sobre ciclones tropicales en el periodo de 1940-2015, se han registrado en un radio de 10 km a la redonda del Proyecto, la trayectoria de tres ciclones tropicales, Charlie en 1951, Opal en 1995 y Cindy en el 2005, la velocidad máxima sostenida en las inmediaciones del Proyecto de los tres ciclones fue de 90 km/hr, 30 km/hr y 30 km/hr respectivamente, por lo que se considera que el riesgo por estos eventos meteorológicos a los módulos fotovoltaicos es bajo. En el Capítulo IV de esta manifestación se presenta un análisis más detallado del comportamiento de los ciclones tropicales.

Los módulos a su vez cuentan con tecnología que permite que a la altura que se encuentre el *tracker* (parte del sistema de la estructura), pueda moverse basado en la posición de la radiación solar. Se instalará un tracker por cada fila.

Estas estructuras básicas se unirán entre sí formando hileras de longitud continua, donde dicha unión se realiza mecánicamente mediante una pieza de unión específica que se atornillara a los extremos de los perfiles denominados "correas". De este modo se asegurará la continuidad de la estructura y con una fácil adaptación a los desniveles del terreno.

La longitud de las filas puede variar y la cantidad de módulos colocados dependiendo de las características particulares del sitio, se estima que serán de 12 a 42 módulos por fila y la distancia entre filas será de 10 m para evitar sombras y garantizar el acceso para el mantenimiento de los paneles.

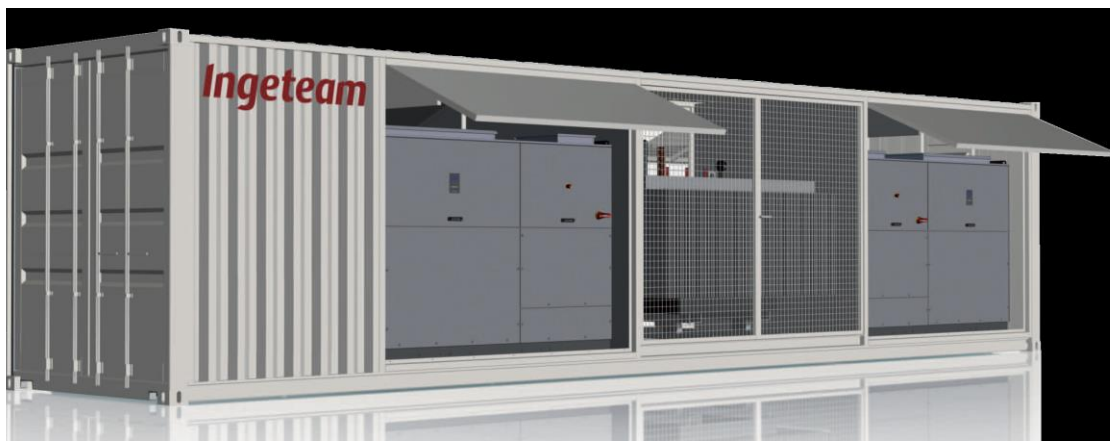


**Figura II.6. Vista esquemática de los módulos fotovoltaicos**

La función del inversor es transformar la corriente continua en alterna siguiendo unos parámetros mínimos de calidad. Los módulos fotovoltaicos serán conectados a 67 inversores centrales Ingeteam 1164 kW (ac), a la salida del inversor existirá un sistema de medida bidireccional para medir la generación y el autoconsumo.

Los inversores se conectarán a las estaciones de media tensión para hacer la transformación de BT/MT, estarán unidos en anillo y por un centro de entronque para la posterior evacuación de la energía a la red de distribución de MT. El Proyecto contará con 23 estaciones de media tensión.

Se utilizarán estaciones de poder modelo Ingeteam CON40" las cuáles estarán equipadas con los inversores, celdas de media tensión y transformador BT/MT, así como con la infraestructura de comunicación de alta velocidad Ethernet / fibra óptica para la conexión directa con los sistemas de control de planta, monitorización y SCADA.



**Figura II.7. Ejemplo de las estaciones de poder Ingeteam CON40" equipadas con inversores y transformadores BT/MT**

Todo el cableado será subterráneo, se tendrán dos tipos de canalizaciones, uno para canalizaciones de corriente continua (BT) y otra para canalizaciones corriente alterna (MT).

Se construirán vialidades internas que darán acceso a las 23 estaciones de poder, las vialidades tendrán un ancho de 5 m y aproximadamente 8,140 m de largo y en total ocuparán una superficie de **4.07 ha**.

El parque solar contará con todos los elementos de protección necesarios para la protección de las personas y equipos y facilitar las operaciones de mantenimiento. Las protecciones que se incluyen son:

- Protección contra el funcionamiento en isla
- Protección de sobre intensidad
- Protección máxima y mínima tensión
- Protección máxima y mínima frecuencia
- Protección de desfase de ángulo (46)
- Temporizador programable
- Fusibles para Strings
- Protecciones contra sobretensiones en Strings e inversor
- Seccionadores de corriente continua

## **II.2.2. SUBESTACIÓN ELEVADORA**

Este tipo de subestaciones modifican los parámetros principales en la generación de la energía eléctrica por medio de los transformadores de potencia, elevando el voltaje y reduciendo la corriente para que la potencia pueda ser transportada con el mínimo de pérdidas.

El Proyecto contempla la construcción y operación de una subestación elevadora de 23kV/115 kV de una sola línea, que se ubicará al norte del predio y ocupara una superficie de **0.53 ha**. Esta superficie estará delimitada con una malla metálica galvanizada de 2 metros de altura libre con postes de acero galvanizado.



**Figura II.8. Ejemplo de una subestación elevadora**

En la siguiente tabla se presentan las características del transformador que será utilizado en la subestación elevadora

**Tabla II. 4. Características del transformador Subestación Elevadora**

Concepto	Especificaciones
Transformador	ABB
Capacidad del Transformador en MVA para los diferentes tipos de Enfriamiento (OA/FA/FOA).	1 PIEZA 80 MVA'S
Voltaje Nominal en KV para cada Devanado (Alta/Baja/Terciario).	23 Kv/ 115Kv
Tipo de Conexión de cada Devanado (Estrella/Delta)	Estrella/Delta
Información del Cambiador de Derivaciones (Tap) para Cada Devanado	Norma CFE K0000-13 2 de 2.5 % arriba y 2 de 2.5 % abajo
Indicar si el Cambiador opera de manera Fija o se puede cambiar bajo carga	Operación manual sin carga
Tap Nominal en KV	115 KV en Primario
Número de Taps a Subir o Bajar	2 de 2.5 % arriba y 2 de 2.5 % abajo
Impedancias de cada Transformador	Norma CFE K0000-13 Imp=9%
ZHL (Alta - Baja) en % y relación X/R a los MVA Base del Transformador (OA).	9 % y X/R 38

Se conectará a una línea de transmisión de 115 kV que a su vez se conectará a la Subestación Eléctrica de Valladolid.

### II.2.3. INSTALACIONES AUXILIARES

Estas instalaciones incluyen el Edificio donde se localizarán las oficinas, servicios y salas de control. Además se destinará una superficie para el almacén de residuos y una bodega para el almacenamiento de insumos y materiales.

Con el fin de asegurar el buen funcionamiento del Proyecto, se dispondrá de un sistema de seguridad para control, vigilancia y detección de situaciones de alarma el cual estará conectado a un sistema de alarma remota, la cual al activarse personal de la empresa ira al lugar.

### II.2.4. LÍNEA DE TRANSMISIÓN

La línea de transmisión de 115 kV, será de un circuito con una longitud de aproximadamente **4.69 km** de longitud y un derecho de vía de **20 m**, contará con 15 torres autoportadas de 21 m de altura. Partirá desde la subestación elevadora 23kV/115 kV y se conectará a la SE Valladolid. Tiene una resistencia al viento de 140 km/h. En la siguiente figura se presenta un ejemplo esquemático de las torres que serán utilizadas.

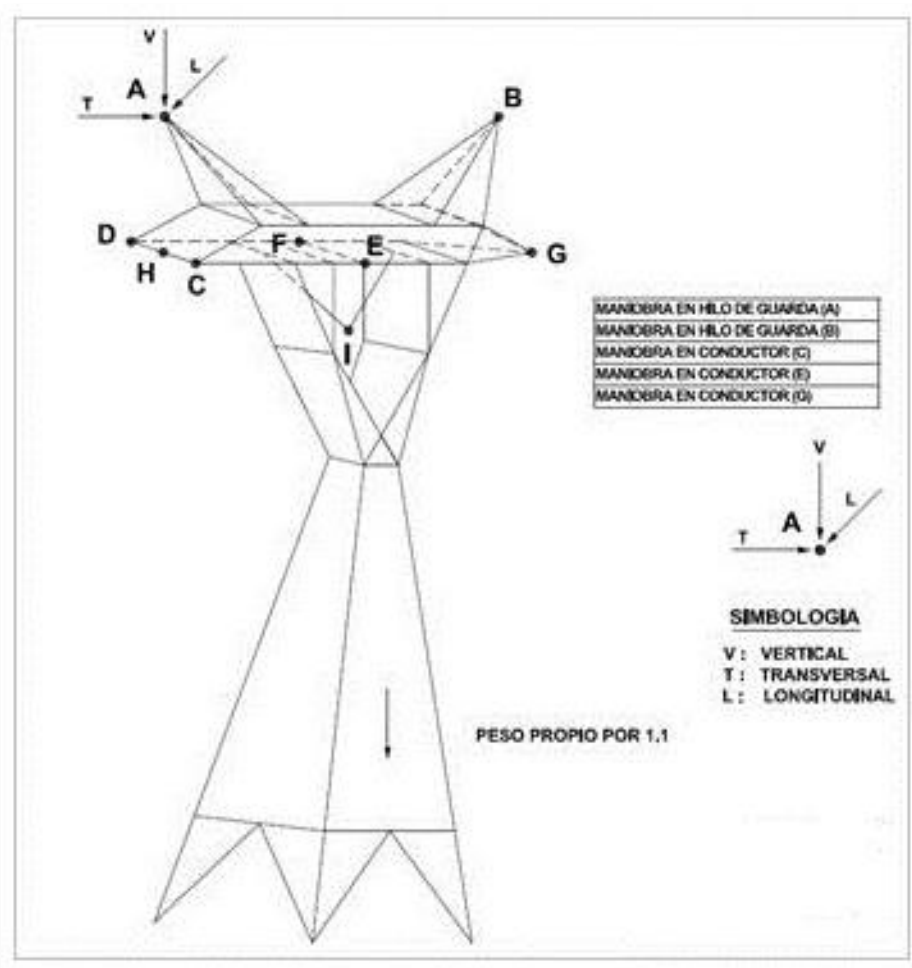


Figura II.9. Diseño de torre autoportada de transmisión

Las coordenadas de ubicación de las torres se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla II. 5. Coordenadas de ubicación de las torres autoportadas**

No de torre	Coordenadas		No de torre	Coordenadas	
	X	Y		X	Y
1	368,208.122	2,288,874.140	9	368,228.753	2,287,538.870
2	368,099.492	2,288,254.630	10	368,163.883	2,287,898.050
3	368,440.456	2,286,335.960	11	367,816.008	2,285,161.310
4	367,808.321	2,284,904.550	12	367,802.191	2,284,699.320
5	368,166.108	2,285,791.850	13	368,115.497	2,285,354.130
6	368,302.960	2,286,063.310	14	368,029.257	2,285,520.390
7	368,293.622	2,287,179.680	15	368,358.498	2,286,820.490
8	368,208.122	2,288,874.140	--	--	--

### II.2.5. CAMINO DE ACCESO, CARRILES DE ACELERACIÓN Y DESACELERACIÓN

Se construirá un camino de acceso que partirá de la carretera Mérida-Valladolid hasta el límite del área delimitada con una cerca perimetral. Este camino servirá para el acceso de la maquinaria, equipo y camiones que serán utilizados durante la etapa de construcción.

Además, se construirán dos carriles de aceleración y desaceleración sobre el derecho de vía de la Carretera Federal No. 180 Mérida Valladolid.

### II.2.6. INSTALACIONES TEMPORALES

Se proyecta la construcción de instalaciones temporales en un área aproximada de 4.16 ha que se ubicarán al norte del polígono, una vez terminada la etapa de Preparación del Sitio y Construcción serán desmanteladas. Las instalaciones temporales se describen a continuación:

**Tabla II. 6. Descripción de las instalaciones temporales**

Actividad	Descripción
Oficinas	Las oficinas serán del tipo contenedor y estarán equipadas con servicios higiénicos y agua potable suministrada a través dispensadores de agua purificada, fría y caliente, los que serán provistos por una empresa local debidamente certificada.
Área de sanitarios	En esta área se instalarán sanitarios portátiles y servicios para la higiene de los trabajadores. El suministro de agua se realizará mediante pipas, para lo cual se contará con un tanque de suministro de agua.
Comedor	Se habilitará un área de comedor y cocina para los trabajadores. En esta área se habilitarán dispensadores de agua potable para el consumo de los trabajadores.
Estacionamiento	Será usado para los vehículos utilizados para el transporte del personal y por las camionetas de los contratistas que trabajarán en la fase de construcción. Se habilitará un área para la maquinaria que será utilizada durante la etapa de preparación y construcción, como: excavadoras, cargadores frontales, grúas de descarga, camiones de tolva, compactadoras, hincadoras, etc.



Actividad	Descripción
Área de acopio	Esta zona tendrá la función de almacenar temporalmente productos que lleguen en mal estado (paneles, estructuras y componentes en general), los cuales se almacenarán de forma temporal hasta acumular un stock considerable para ser devueltos al proveedor correspondiente.
Área de acopio (continuación)	Asimismo, se dispondrá de un área que resguarde los insumos y materiales que serán usados durante la construcción. La zona de acopio tendrá un área de descarga que será utilizada sólo en casos de saturación, ya que los materiales a almacenar serán fundamentalmente los paneles fotovoltaicos, los cuales se irán utilizando a medida que se vaya cumpliendo el programa de obras.
Zona de generadores	Donde se ubicarán los generadores de energía eléctrica.
Zona de abastecimiento de combustible	En esta área se instalarán cinco tanques de combustible con capacidad cada uno de 5,000 litros. El área será cercada y cumplirá con la normatividad ambiental vigente, contará con señalamiento, sistema de contención de derrames. En cada uno de los tanques, será visible, al menos a 3 metros de distancia, la identificación del combustible que contiene.
Área de almacenamiento de residuos	Se habilitará un área para el almacenamiento temporal de residuos no peligrosos generados por el Proyecto durante la fase de Construcción. Los materiales se ordenarán y segregarán para su posterior reutilización, reciclaje o disposición final en sitios autorizados de acuerdo a lo establecido a la normatividad vigente. Además, se habilitará un almacén para los residuos peligrosos que serán generados durante la fase de construcción del proyecto, aceites usados, grasas, filtros, baterías, entre otros. El almacenamiento cumplirá con la normatividad ambiental vigente y se contratará una empresa autorizada para su transporte y disposición final en los sitios autorizados.

### II.3. SUPERFICIE REQUERIDA

El Proyecto se desarrollará en una superficie total de **255.4 ha**, la cual se distribuye de forma general en tres grandes superficies: un predio de **246.80 ha** más el derecho de vía de la línea de transmisión de **8.28 ha** que se encuentra fuera del predio, más **0.32 ha** para la construcción de los carriles de aceleración y desaceleración que se construirán sobre el derecho de vía de la Carretera federal No. 180 Mérida-Valladolid.

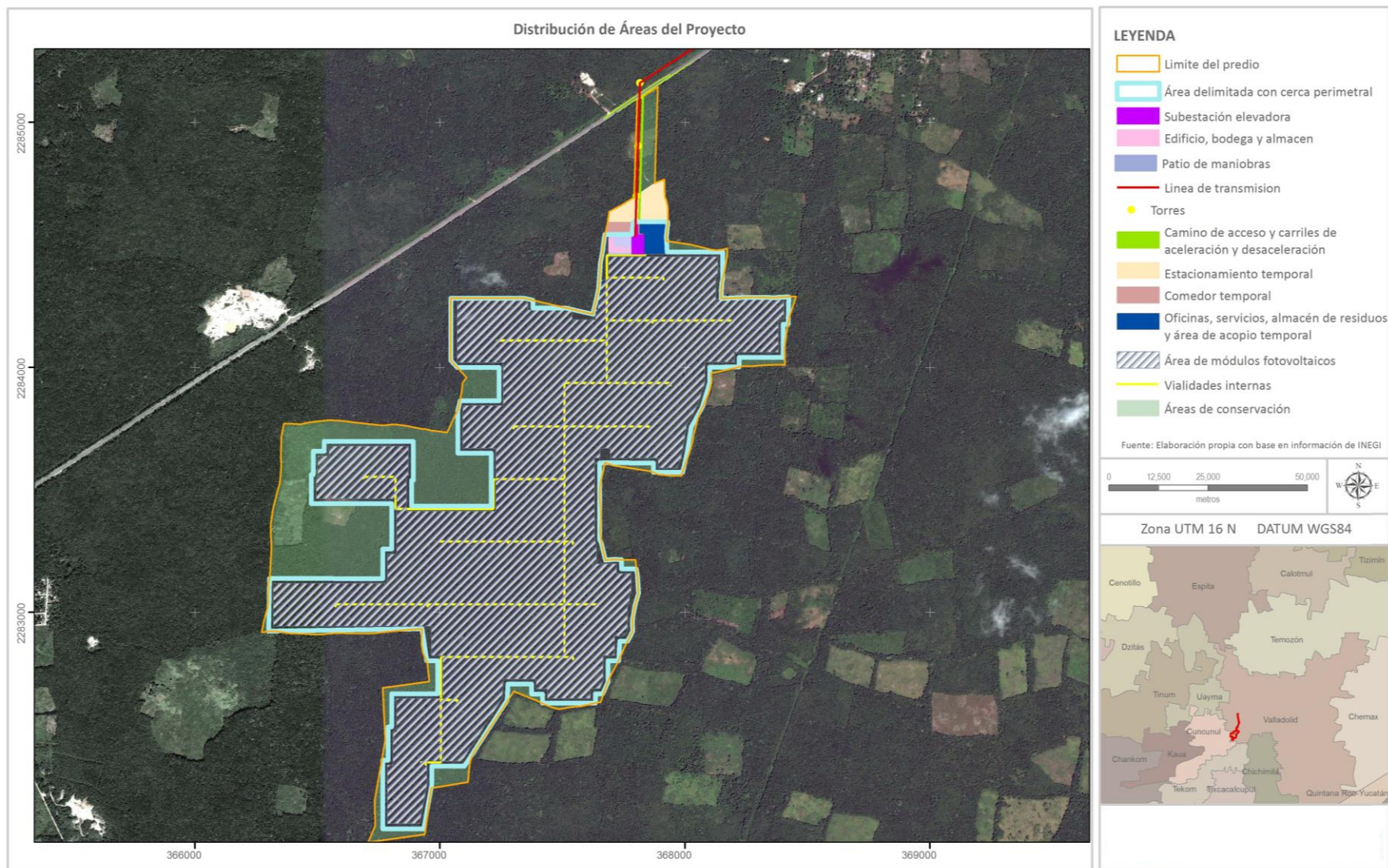


Figura II.10. Distribución de las Áreas del Proyecto

En la siguiente tabla se presenta el desglose de superficies requeridas para el Proyecto.

**Tabla II. 7. Superficie requerida para el Proyecto**

Categoría	Superficie (ha)	Observaciones
Superficie total del predio	<b>246.80</b>	En esta superficie solo se contempla el conjunto de los predios o polígonos.
Superficie delimitada con una cerca perimetral	<b>197.22</b>	Dentro de esta superficie se encuentran los componentes del proyecto que requieren garantizar su seguridad como son la sumatoria de: área de montaje de módulos, subestación elevadora, edificio de oficinas, servicios y sala de control, almacén de residuos y patio de maniobras.
Área de montaje de módulos fotovoltaicos	172.36	En esta superficie están incluidas las estaciones de poder con inversores y transformadores de BT/MT, vialidades internas, cableado de baja tensión y media tensión.
Vialidades internas	4.07	Sirven de acceso a las estaciones de poder con inversores y transformadores de BT/MT. Se encuentran dentro del área delimitada con la cerca perimetral. Tendrán un ancho de 5 m.
Subestación elevadora 23kV/115 kV	0.53	Se encuentra dentro del área delimitada por la cerca perimetral.
Edificio de oficinas, servicios y salas de control Almacén, bodegas y patio de maniobras	0.76	
Camino de acceso	0.41	Inicia del entronque con la Carretera Mérida Valladolid hasta el límite del área delimitada por la cerca perimetral.
Carriles de aceleración y desaceleración	0.32	Incluye los dos carriles que serán construidos sobre el derecho de vía de la carretera federal No. 180 Mérida-Valladolid. El carril Mérida-Valladolid tendrá una superficie de 0.15 ha mientras que el carril Valladolid-Mérida tendrá una superficie de 0.16 ha.
Áreas de instalaciones temporal	4.16	Incluye un estacionamiento, un comedor, área de oficinas y servicios, los cuáles serán retirados una vez que se complete la etapa de preparación del sitio y construcción. Estas áreas ocuparan una superficie de 2.83 ha. Se incluye la zona que se ubicará dentro del área delimitada con la cerca perimetral y que posteriormente también será restaurada. Esta área tendrá una superficie de 1.33 ha y se instalarán oficinas, servicios, almacén de residuos y área de acopio temporal.
Áreas de conservación	<b>45.35</b>	En esta área no se realizará ninguna actividad de construcción.
Superficie de la línea de transmisión de 115 kV	8.28	La línea de transmisión tendrá una longitud total de 4.69 km y un derecho de vía de 20 m con 15 torres autosoportadas. Parte de longitud de la línea de transmisión, 0.57 km y dos torres autosoportadas estarán en el predio, pero fuera del área delimitada con la cerca perimetral. 4.12 km de la trayectoria se ubicará fuera del predio con un derecho de vía de 20 m y 13 torres autosoportadas.

## II.4 PROGRAMA DE TRABAJO

Se estima que la duración de la preparación del sitio y construcción es de aproximadamente de 12 meses. A continuación, se presenta el programa general de trabajo.

**Tabla II. 8. Programa del trabajo.**

Actividad	Mes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Preparación del Sitio</b>												
Trazo y delimitación	XXXX	XXXX										
Desmote y despalme		XXXX	XXXX	XX								
Nivelaciones y excavaciones		XX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX						
Cimentaciones		XX	XXXX	XXXX								
Compactación												
<b>Construcción</b>												
Hincado		XXXX	XXXX	XXXX	XXXX							
Montaje de estructuras			XXXX	XXXX	XXXX	XX						
Montaje de paneles fotovoltaicos				XXXX	XXXX	XXXX						
Cableado e instalación de cajas de conexiones				XXXX	XXXX	XXXX	XXXX					
Subestación eléctrica			XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX			
Línea de transmisión		XX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX			
Camino de acceso y carriles de aceleración y desaceleración		XX	XXXX	XXXX								
Sistema circuito cerrado de televisión (CCTV)						XXXX	XXXX	XX				
Puesta en marcha de los diferentes sistemas eléctricos: estaciones de poder, subestación eléctrica, monitorización					XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX			
Preparación para conexión a la red										XX		
Puesta a prueba del sistema de monitorización										XX	XXXX	XX

## **II.5. PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN**

### **II.5.1. PREPARACIÓN DEL SITIO**

Las actividades que a continuación se describen se realizarán en todas las áreas en donde se construirán los diferentes componentes proyecto.

#### **II.5.1.1. TRAZO Y DELIMITACIÓN**

El trazo es básicamente la señalización de los vértices del área que se delimitará con una cerca perimetral y donde se construirá el parque solar con todos sus componentes (área de módulos, vialidades internas, subestación elevadora, estacionamiento, oficina, áreas de servicios y almacenes), además se delimitará el camino de acceso y la línea de transmisión que se encuentran fuera del área con valla y las áreas de estacionamiento, comedor y servicios que solo funcionarán durante la etapa de preparación del sitio y construcción también serán delimitadas.

El trazo y delimitación de las diferentes áreas de trabajo se realizará por medio de estacas de madera e hilos o cinta de seguridad.

#### **II.5.1.2. DESMONTE**

Esta actividad consiste en la eliminación de la cubierta vegetal, se hará de forma direccional y se llevará a cabo con maquinaria pesada, por ejemplo, con un tractor sobre orugas habilitado con hoja topadora tipo bulldozer. El material producto del desmonte será retirado del sitio y trasladado en camiones de volteo. El material producto del desmonte podrá ser concesionado a instituciones o particulares.

#### **II.5.1.3. DESPALME**

El despalme del terreno consiste en retirar la capa superficial (tierra vegetal) que por sus características mecánicas no es adecuada para el desplante de las diferentes obras que contempla el Proyecto.

Se recuperará el suelo fértil de las áreas de afectación temporal, se almacenará y protegerá para posteriormente utilizarlo en la restauración de estas áreas.

#### **II.5.1.4. NIVELACIONES Y RELLENOS**

Durante esta actividad se llevará a cabo el relleno y nivelación del terreno de acuerdo a cotas de nivel y dimensiones establecidas en los planos de proyecto. El relleno se realizará con el mismo suelo producto del despalme y con material pétreo procedente de bancos de préstamo autorizados.

### **II.5.1.5. EXCAVACIONES**

Esta actividad involucra la apertura de excavaciones a cielo abierto donde se alojarán las cimentaciones de las estructuras de soporte de los paneles fotovoltaicos, los equipos y estructuras de la subestación elevadora, así como en las áreas en donde se instalarán las torres de la línea de transmisión. También se realizarán excavaciones para hacer las zanjas en donde se colocará el cableado subterráneo.

El material excavado será nuevamente utilizado en el relleno de las áreas intervenidas, en caso que sobraré material se depositará en los sitios de disposición final autorizados.

### **II.5.1.6. COMPACTACIÓN**

Mediante este proceso se densifica el suelo aplicando carga con un peso estático o dinámico mediante golpes con un martillo, vibración, rodillos vibratorios, con aplanadoras o rodillos estáticos. La compactación incrementa la resistencia, reduce la deformabilidad y permeabilidad de los materiales.

## **II.5.2. CONSTRUCCIÓN**

En este apartado se especifican las actividades de construcción del parque solar que se ubicarán dentro del área delimitada con valla. Incluye la instalación de los paneles fotovoltaicos y demás componentes (inversores, cableado subterráneo, instalaciones eléctricas, etc), vialidades internas, subestación elevadora, áreas de oficinas, servicios y almacenes.

También se describen las actividades de construcción de la línea de transmisión y del camino de acceso que se encuentran fuera del área delimitada con valla.

### **II.5.2.1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS**

Para la instalación de los módulos fotovoltaicos se llevarán a cabo las siguientes actividades: hincado de estructuras con cimentación, montaje de los paneles, instalación de inversores y estaciones de media tensión, cableado subterráneo y vialidades internas. A continuación, se describen cada una de las actividades enlistadas.

### II.5.2.1.1. HINCADO Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS

Las estructuras de soporte, se realizará mediante una hincadora hidráulica, mediante la técnica de pre-taladro+hinca directa para el anclaje de estas estructuras. Esta técnica se emplea cuando el hincado directo no es posible, por las características del terreno, el procedimiento consiste en realizar un pre-taladro previo, seguido de éste se hace un relleno granular controlado del agujero y finalmente se hinca el perfil. La máquina utiliza un molde especial con la forma del perfil del poste y golpea repetidas veces la cabeza del mismo, introduciéndolo progresivamente en el terreno hasta llegar a la profundidad requerida de acuerdo a los resultados del estudio geotécnico. Las estructuras serán galvanizadas a fin de protegerlas contra la corrosión, la profundidad del hincado se realizará a una profundidad entre 1.50 a 1.80 m



Figura II.11. Diferencia del tipo de cimentación para el soporte de las estructuras fijas.



Figura II.12. Ejemplo de hincadoras hidráulicas.

### II.5.2.1.2. MONTAJE DE PANELES

Los paneles se sujetarán por cuatro puntos, comunes 2 a 2 entre 2 paneles, definiéndose un sistema de sujeción específico para las fijaciones extremas de los paneles situados en los extremos de la parrilla. Se prevé un sistema de fijación alternativo y versátil para adaptarse a posibles cambios de paneles fotovoltaicos, desviaciones, etc., mediante la utilización de pinzas especiales.

La fijación de los paneles situados en los extremos se realizará mediante el empleo de las pinzas de aluminio terminales.



**Figura II.13. Foto ilustrativa de paneles fotovoltaicos**

#### **II.5.2.1.3. INVERSORES Y ESTACIONES DE MEDIA TENSIÓN**

Para la conversión a corriente alterna se utilizarán 67 inversores, la electricidad generada se produce a baja tensión, por lo que se requiere elevarla a media tensión, por este motivo es necesario incorporar un transformador en el sistema.

Los inversores y transformadores estarán integrados en las 23 estaciones de poder, previamente se realizarán las cimentaciones, para su instalación.

#### **II.5.2.1.4. CABLEADO SUBTERRÁNEO**

Se llevarán a cabo la excavación de las zanjas para la instalación del cableado. Se tendrán dos tipos de cableado: corriente continua (BT) y corriente alterna (MT).

- Cableado corriente continua (BT): los cables de corriente continua desde las cajas de nivel 1 hasta los inversores serán colocados en zanjas y protegidos con tubo flexible corrugado o liso, de sección adecuada en función de la sección del cable y usando un tubo por cada circuito. Se colocarán arquetas cada 40 - 50 metros como máximo y en los cambios de dirección. Las zanjas deberán tener al menos una anchura de 0.6 m y una profundidad mínima de 0.8 m.
- Cableado corriente alterna (MT): los cables de corriente alternan en media tensión, desde la salida de los transformadores de MT y hasta la conexión del parque, serán soterrados en zanjas y protegidos con tubo flexible corrugado o liso, de sección adecuada en función de la sección del cable y usando un tubo por cada circuito. Se colocarán arquetas cada 30 - 40 metros como máximo y en los cambios de dirección. Las zanjas deberán tener al menos una anchura de 0.6 m y una profundidad mínima de 1.2 m.



En ambos tipos de canalización, los tubos irán sobre cama de arena de 5 cm y estarán cubiertos con una capa de arena de al menos 10 cm por encima del tubo y envolviéndolos completamente. Se colocará una banda de señalización y protección a 10 cm del nivel definitivo del suelo y a 25 cm del cable. La zanja se terminará de rellenar con tierra de aporte y/o provenientes de las excavaciones realizadas previamente. Las zanjas serán debidamente compactadas.

Las arquetas, en donde se enlazarán las canalizaciones serán de hormigón o de PVC y sin fondo para facilitar el drenaje y evitar la inundación de la arqueta. Las tapas serán de polipropileno reforzado y de fundición en los casos que deban soportar esfuerzos mecánicos. En el interior de las arquetas se sellarán todos los tubos para evitar el acceso al interior de agua y/o roedores.

Para garantizar la seguridad de las zanjas se realizará lo siguiente:

- Una vez preparada la cama de arena para el apoyo de las tuberías para la conducción, se procede rellenar la zanja hasta 50 cm con material de excavación y una vez finalizado este relleno se colocará una cinta de señalización a fin de prevenir la perforación de la tubería.
- Una vez realizado lo anterior se procede a completar el relleno con el material de excavación y se realizará el compactado.

La canalización para la red de tierra será la misma que la canalización para cableado. Se conectarán a tierra, la estructura de los seguidores, los marcos de los paneles fotovoltaicos, la carcasa de los inversores, así como todas las estructuras metálicas presentes en la instalación. Esta puesta a tierra se realizará mediante cable de cobre desnudo, siguiendo la normativa vigente para este tipo de instalaciones.

Finalmente, se debe recalcar que en esta etapa solo se utilizará el mismo material de la excavación y no otros materiales, tales como cemento. A continuación de muestran algunas imágenes de las zanjas de canalización eléctrica.



**Figura II.14 Ejemplo de las vistas de las zanjas**

#### **II.5.2.1.5. VIALIDADES INTERNAS**

Las vialidades tendrán un ancho de 5 m y aproximadamente 8,140 m de longitud y serán de terracería diseñados de acuerdo con las normas de ingeniería, servirán para acceder a las estaciones de poder donde se ubicarán los inversores y transformadores de BT/MT.

## II.5.2.2. SUBESTACIÓN ELEVADORA

Las actividades que se llevarán a cabo para la construcción de la subestación elevadora es la siguiente.

**Tabla II. 9. Descripción de las actividades de construcción de la subestación eléctrica**

Actividad	Descripción
<b>Obra civil</b>	
Cimentaciones	Esta actividad incluye el armado de las cimbras, el armado del acero de refuerzo y el colado de concreto para las cimentaciones donde se instalarán las estructuras
Acero de refuerzo para concreto	Son varillas de acero que se colocan para absorber y resistir cualquier clase de esfuerzo. El acero de refuerzo deberá estar limpio y libre de todo lodo, aceite o cualquier recubrimiento metálico que afecte su capacidad de adherencia cuando se coloque el concreto.
Canalizaciones	Servirán para colocar los cables de control que unirán al equipo con los tableros de medición y protección.
Sistema de drenaje	Se entenderá por sistema de drenaje todas las líneas de concreto simple o reforzado o cualquier otro material como ABS, de diferentes diámetros y los registros, alcantarillas, cunetas y contracunetas que se indiquen en los planos y que servirán para controlar el agua de lluvias que escurran el predio de la Subestación elevadora. Se usará grava triturada o canto rodado, este material será cribado, lavado y triturado que se extenderá para formar una capa de aproximadamente 10 cm de espesor.
Relleno y compactado	Durante esta actividad se rellenan todas las cepas de cimentación con material pétreo, sascab, el cual es humedecido y compactado por capas hasta alcanzar el nivel adecuado para las estructuras metálicas.
<b>Obra electromecánica</b>	
Montaje de estructuras mayores y menores	Se entiende por estructuras mayores a las columnas y traveses metálicas que soportan los buses aéreos para su conexión con los diferentes equipos.
Tendido de buses	Se refiere a los trabajos de montaje, tendido y conexión de aisladores, herrajes, accesorios, tubos conductores que forman las canalizaciones de las distintas áreas de voltaje que componen la subestación y de cables conductores y de guarda
Colocación del sistema de tierras	El sistema de tierras consiste en una cuadrícula de conductores de cobre enterrados y conectados entre sí y las varillas Copperweld, así como electrodos, localizados en la periferia de la cuadrícula; las varillas Copperweld irán alojadas en registros que permitan hacer lecturas al sistema de tierras.
Montaje	Involucra el montaje de equipos en el área eléctrica como son: alimentadores, interruptores y cuchillas y banco y cargadores de baterías. Incluye el montaje de los centros de carga que controlarán y distribuirán los circuitos que requiera la subestación para el alumbrado y servicio eléctrico en general.
Instalación de equipos de protección, control y medición	Incluye la instalación de los gabinetes que contienen todos los aparatos que protegen, registran, miden y controlan las funciones eléctricas de todos los equipos instalados en la subestación.
Pruebas y puesta en servicio	Se refiere a las actividades que se realizan para verificación de la correcta operación de todos los equipos e instalaciones, sometiéndolos a pruebas operativas y una vez que se confirme la adecuada operación se procederá a energizar la subestación eléctrica.

### II.5.2.3. INSTALACIONES AUXILIARES

Para las edificaciones (almacén de residuos y bodega), la cimentación será con zapatas aisladas o losa de cimentación de concreto reforzado, tomando en consideración la mecánica de suelos propia del terreno. Las losas de techo, entrepisos, columnas y travesaños serán de concreto reforzado y los muros serán de block vibropresado.

Con el fin de asegurar el buen funcionamiento del Proyecto, se dispondrá de un sistema de seguridad para control, vigilancia y detección de situaciones de alarma el cual estará conectado a un sistema de alarma remota y al activarse personal de la empresa ira al lugar.

Se instalará una cerca perimetral de malla metálica galvanizada de 2 metros de altura libre con postes de acero galvanizado en caliente, cada 3 metros, cimentado en zapatas de hormigón de 40 cm de profundidad. Para la puerta de acceso se instalará una puerta de doble lámina de 5 metros de ancho libre, también con rejilla metálica, además de otra hoja para entrada exclusiva de personas.

### II.5.2.4. LÍNEA DE TRANSMISIÓN

Las actividades que se llevarán a cabo para la construcción de la línea de transmisión se describen a continuación:

**Tabla II. 10. Descripción de las actividades de construcción de la línea de transmisión.**

Actividad	Descripción
Excavaciones	Se realizarán cuatro excavaciones (cepas) por cada una de las torres; estas excavaciones servirán para alojar las cimentaciones de cada una de las patas de las estructuras de la línea de transmisión. Cada cepa será de 2.5 m x 2.5 m x 3.0 m o de profundidad variable hasta encontrar el estrato resistente.
Barrenación y anclaje a roca	En los casos donde la excavación de las cepas encuentre roca sana antes de los 3 metros de profundidad, se realizarán barrenaciones de 2 pulgadas de diámetro y 3 metros de profundidad, en las cuales se introducirán varillas de acero, conocidas como anclas, de una pulgada de diámetro; posteriormente se rellenará la cimentación colando mortero con aditivo expansor.
Colocación de acero de refuerzo	Es el armado y colocación de varillas de acero que quedarán embebidas en el concreto de la cimentación y tienen como función principal soportar a las estructuras
Colado de concreto en cimentaciones	Es el colado de concreto en los moldes de las cimentaciones (cimbras), con las proporciones adecuadas de materiales, que al endurecerse adquiere la resistencia mecánica y durabilidad para soportar el peso de las torres. Las cimentaciones pueden ser de dos tipos: por zapata aislada o las cimentaciones ancladas en roca, este último tipo es muy usado debido a que en la zona existen afloramientos de roca madre a nivel del suelo.

Actividad	Descripción
Relleno y compactado de cimentaciones	<p>Una vez terminada la construcción de las cimentaciones, las cepas serán nuevamente rellenas, para lo cual preferentemente se utilizará el material extraído durante la excavación; en caso de que éste no sea adecuado para el relleno, se utilizará material de banco, adquirido en bancos o casas comerciales autorizados para su explotación comercial.</p> <p>El material de banco que se utilizará para el proyecto es material calcáreo, predominantemente de origen sedimentario, de color blancuzco, llamado regionalmente sascab. Este tipo de material es común en la región donde se desarrolla el Proyecto y se transportará hasta el sitio de construcción en camiones de volteo cubiertos con lona.</p>
Montaje de estructuras	Se refiere al armado de las torres de acero estructural galvanizado que servirán como soporte de la línea de transmisión. Puede realizarse manualmente (pieza por pieza) colocando cada pieza en su posición final, o partes de la torre pueden armarse a nivel del suelo, para después ser colocadas en su posición mediante el uso de una grúa.
Colocación de sistemas de tierra	Consiste en el hincado de varillas metálicas éstas se conectan a cada pata con un cable de acero o cobre; el cual se entierra en zanjas de 30 cm de profundidad. La longitud de hincado de las varillas puede variar de acuerdo a las lecturas del estudio de resistividad, así como su disposición y sentido
Vestido de estructuras	Consiste de la colocación de los herrajes, aisladores, placas de aviso de peligro, numeración de las estructuras y accesorios en general de las torres que se preparan para el tendido de cables.
Tendido y tensado de cable de guarda y conductor	Consiste de la colocación y tensado del cable de guarda y conductor en los brazos correspondientes de la estructura hasta dejarlo a la altura requerida, lo anterior usando el método de tensión mecánica controlada.
Pruebas y puesta en servicio	Consiste en verificar la correcta operación de los equipos para proceder a energizar la línea de transmisión.

### II.5.2.5. CAMINO DE ACCESO Y CARRILES

En la siguiente tabla se describen las actividades que se llevarán a cabo para su construcción. Cabe destacar que los carriles de aceleración y desaceleración cumplirán con la normatividad establecida por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

**Tabla II. 11. Descripción de las actividades para la construcción del camino de acceso.**

Actividad	Descripción
Trazo y nivelación	Se procederá al trazo y nivelación de los ejes de la vialidad, para ello se empleará equipo topográfico y se establecerán bancos de nivel, ejes y referencias.
Desmante y despalme	Se llevará a cabo el desmante de la vegetación por medios mecánicos. El despalme se realizará por medios mecánicos levantando la capa vegetal, la carga y acarreo del material producto de los despalmes se retirará fuera del área de trabajo y se almacenará y protegerá para utilizarlo para inducir el crecimiento de la vegetación herbácea debajo de los paneles fotovoltaicos.
Excavación	Consiste la remoción de suelo hasta alcanzar roca sana, lo cual por lo general no implica más de 30 cm adicionales
Nivelación	Esto incluye el relleno y compactado de la zanja resultante del proceso anterior.
Compactación	Mediante este proceso se densifica el suelo aplicando carga con un peso estático o dinámico mediante golpes con un martillo, vibración, rodillos vibratorios, con aplanadoras o rodillos estáticos. La compactación incrementa la resistencia, reduce la deformabilidad y permeabilidad de los materiales que constituyen la terracería.
Tendido de sub-base, base y carpeta asfáltica	Se colocarán las capas de subbase y base de acuerdo a las especificaciones.
Carpeta asfáltica	Su función principal es soportar cargas rodantes y transmitir las a las capas inferiores (base, sub-base, terracerías), distribuyéndolas de tal forma que no se produzcan deformaciones perjudiciales al conjunto. Las carpetas asfálticas construidas a base de riegos de asfalto y arena o de concreto asfálticos que se da a un pavimento flexible o a un camino revestido para proporcionar una superficie de rodamiento.

## II.5.3. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

### II.5.3.1. OPERACIÓN

Durante el día el Parque fotovoltaico Yucatán Solar, generará energía eléctrica en corriente continua, en una cantidad directamente proporcional a la radiación solar existente, y será convertida en corriente alterna por los inversores primero, después a través de los transformadores y la red de media tensión, Durante la noche los inversores dejarán de inyectar energía a la red y se mantendrá en estado stand-by con el objetivo de minimizar el autoconsumo del parque. La operación de los inversores es totalmente automática.

La fase de operación iniciará una vez que termine la etapa de construcción/instalación y se realice la interconexión de la línea de transmisión a la subestación Valladolid 115kV que transmite la energía a la red nacional.

Durante la etapa de operación del sistema no se considera que haya algún operario físicamente ubicado en la planta solar fotovoltaica, ya que las labores de operación, monitorización y vigilancia se harán de manera remota.

Antes de iniciar la operación se realizarán pruebas para evitar accidentes propios de instalaciones que trabajan con corriente continua y también para asegurar que:

- No se dañen los equipos
- Comprobar que se cumplen los valores operativos garantizados por el contratista

Las pruebas consisten en lo siguiente:

- Terminación mecánica: donde se comprueba, de forma previa a la conexión del parque que todos los equipos se han instalado correctamente y que los diferentes sistemas se han instalado de acuerdo a las especificaciones de proyecto, haciendo especial hincapié en los sistemas de protección, además se hacen diferentes comprobaciones y medidas de tierras, aislamiento, polaridad, etc.
- Procedimiento de puesta en marcha: consiste en el protocolo de actuación para llevar a cabo la progresiva conexión y puesta en servicio de los diferentes sistemas y equipos.
- Pruebas de rendimiento: a efectuar durante un periodo no inferior a 3 días, durante la cual se comprobarán entre otros, el rendimiento del campo generador, la potencia instalada, el rendimiento de los inversores y el funcionamiento normal de todos los sistemas y equipos ante diferentes registros de irradiancia y temperatura.
- Pruebas de funcionamiento anuales: al final de un periodo estacional, se realizará nuevamente una inspección para comprobar el estado del parque (mantenimiento) y se realizará un cómputo del rendimiento realmente logrado por el parque en el periodo a través de los registros en contadores y en los equipos meteorológicos.

### II.5.3.2. MANTENIMIENTO

Se realizarán las labores de mantenimiento del parque solar fotovoltaico, que consisten en limpieza de los paneles solares y una inspección visual de las instalaciones.

El lavado de los paneles se requiere para eliminar el polvo que se va depositando en los mismos, esta actividad se realizará una o dos veces al año, de acuerdo a las necesidades. Las cantidades de agua a utilizar son menores, se requiere alrededor de 0.9 litros por panel por evento.

La instalación y montaje de los módulos contemplan un modo de limpieza llamada "F2F" (cara a cara), lo que permite la separación de las filas de los trackers para ser colocado cara a cara, como se muestra en la siguiente figura. Este tipo de limpieza puede realizarse de forma más rápida y eficiente, por lo que no se requerirán grandes volúmenes de agua desionizada, la cual será adquirida de casas comerciales.



**Figura II.15. Esquema de limpieza de los paneles fotovoltaicos**

El agua producto del lavado de los paneles es agua mezclada con restos de polvo, semejante a la que se genera con agua lluvia sobre cualquier superficie expuesta a partículas de polvo, como, por ejemplo, el techo de una casa, por lo que no requieren un manejo especial y su disposición será sobre el terreno que rodea a cada seguidor.

Por otra parte, se realizarán las podas de los árboles ubicados sobre el derecho de vía, cuando estos interfieran y pongan en riesgo la operación segura de la línea. Se harán inspecciones periódicas para verificar que todos los elementos que conforman la línea de transmisión (conexiones, sistema de tierra, hilo conductor, etc) se encuentren en condiciones óptimas y en caso contrario proceder a su sustitución.

## II.5.4. DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE LAS INSTALACIONES

El Proyecto está considerado para operar por un periodo de 30 años, sin embargo, como se puede seguir utilizando la misma infraestructura para adaptar las nuevas tecnologías en un futuro y gracias al mantenimiento permanente, la vida del parque podría prolongarse. No obstante, cuando la vida útil del Proyecto termine por cualquier circunstancia, se procederá al desmantelamiento siguiendo, al menos, los siguientes pasos:

1. Desconexión de la red
2. Desmantelamiento de los paneles solares
3. Desmantelamiento de las instalaciones eléctricas
4. Restauración del terreno

En su momento se elaborará un programa detallado de desmantelamiento y abandono de las instalaciones.

## II.6. REQUERIMIENTOS DE PERSONAL, INSUMOS, MATERIALES, EQUIPO Y MAQUINARIA

### II.6.1. PERSONAL

#### II.6.1.1. PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

Durante la preparación del sitio y construcción se requerirá la contratación de 695 trabajadores, durante las 44 semanas que dura esta etapa. En la siguiente tabla se desglosa en número de empleos por especialidad.

**Tabla II. 12. Requerimientos de personal durante la etapa de preparación del sitio y construcción.**

Especialidad	Máximo número de empleos	Especialidad	Máximo número de empleos
Dirección de obra	15	Albañiles	50
Electricistas	300	Ayudantes de construcción	20
Mecánicos	200	Conductores	25
Encargados de obra	10	Operadores de equipos portátiles livianos y pesados	75



### **II.6.1.2. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Se requerirá la contratación permanente de 16 trabajadores durante la etapa de operación del Proyecto, además se contratarán otras 16 personas de forma temporal para algunos trabajos de mantenimiento.

**Tabla II. 13. Requerimientos de personal durante la etapa de operación y mantenimiento.**

<b>Especialidad</b>	<b>Máximo número de empleos</b>	<b>Especialidad</b>	<b>Máximo número de empleos</b>
Personal de vigilancia	8	Gestor social	1
Supervisores remotos	2	Mantenimiento preventivo	5

## **II.6.2. HOSPEDAJE**

### **II.6.2.1. PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN**

La mayor parte del personal que se contrate será preferentemente de las localidades más cercanas, cuando por las necesidades del tipo de actividad se requiera de personal calificado (topógrafos, ingenieros, etc.) en la región existen los servicios de hospedaje.

### **II.6.2.2. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Durante la operación y mantenimiento no se requerirán servicios de hospedaje ya que la mayor parte de los trabajadores serán de las localidades cercanas. En caso de requerirse la Ciudad de Valladolid cuenta con servicios de hospedaje.

## **II.6.3. ALIMENTACIÓN**

### **II.6.3.1. PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN**

Se instalará un comedor que dará servicio a los trabajadores durante la etapa de preparación del sitio y construcción.

### **II.6.3.2. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

En la etapa de operación y mantenimiento, se tiene contemplada un área de comedor dentro del edificio de oficinas y servicios.

## II.6.4. AGUA

### II.6.4.1 PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

El Proyecto no aprovechará agua subterránea, se utilizará agua purificada de garrafón para el consumo del personal, la cual se adquirirá en establecimientos comerciales. El consumo se estima de 3 litros por individuo en una jornada de ocho horas, por lo que la cantidad total requerida estará en función del número de trabajadores.

Para la adquisición de agua cruda para la construcción del proyecto se realizará la contratación del servicio de provisión y transportación de este insumo. El agua sería transportada al área de construcción en camiones pipa y se obtendría de los sitios que cuenten con la concesión de aprovechamiento correspondiente, o bien, de lugares que las autoridades municipales indicasen, previa consulta.

**Tabla II. 14. Requerimientos de agua potable y cruda durante la etapa de preparación del sitio y construcción.**

Etapa	Agua	Consumo ordinario		Observaciones
		Volumen mensual	Origen	
Preparación del sitio y construcción	Cruda o tratada	1,000 m <sup>3</sup> por mes	Contratación del servicio de provisión y transportación a empresas que cuenten con la concesión o bien de lugares que la autoridad municipal indique.	--
	Potable	2,085 litros por día	Agua purificada de garrafón adquirida en establecimientos comerciales.	Estimando 3 litros por trabajador, en total se consideran 695 empleados por 44 semanas que es el periodo que dura esta etapa.
		750 litros por día	Agua potable para uso de los trabajadores, suministrada por pipas y almacenada en tanques de 2,000 litros.	Preparación de alimentos y aseo del personal

## II.6.4.2. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Para la Operación y Mantenimiento se requerirá agua para el consumo de los trabajadores, además se requerirá de agua desionizada para la limpieza de los paneles. En la siguiente tabla se especifican los volúmenes requeridos para la operación y mantenimiento del Proyecto.

**Tabla II. 15. Requerimientos de agua potable y cruda durante la etapa de preparación del sitio y construcción.**

Etapa	Agua	Consumo ordinario		Observaciones
		Volumen	Origen	
Operación y mantenimiento	Cruda	N/A	-----	No se requiere
	Potable	litros	Agua purificada de garrafón adquirida en establecimientos comerciales.	3 litros por persona en una jornada de 8 horas
	Agua desionizada, sin detergentes ni aditivos	0.9 litros por panel	Suministrada por medio de pipas por empresas autorizadas o bien, de lugares que las autoridades municipales indiquen.	Este volumen se utilizará cada vez que se lleve a cabo la limpieza de los paneles. Se almacenará en tanques de 200 litros.

## II.6.5 COMBUSTIBLE Y ENERGÍA

### II.6.5.1 PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

Se prevé la instalación de dos tanques de combustible de acero, para abastecer de combustible (gasolina y diésel) para el consumo de los vehículos y maquinaria que se utilicen durante las actividades de Preparación del Sitio y Construcción del Proyecto.

**Tabla II. 16. Requerimientos de combustible y energía durante la etapa de preparación del sitio y construcción**

Concepto	Consumo ordinario		Observaciones
	Volumen	Origen	
Diesel	Consumo total aproximado: 300 m <sup>3</sup> .	Adquiridos en las gasolineras más cercanas al proyecto	Se prevé la instalación de cinco tanques de combustible para almacenar diésel. Los tanques se ubicarán en una zona cercada, con señalización apropiada y con un sistema de contención de derrames. En los tambores se identificará claramente, al menos desde 3 metros de distancia, el combustible que contiene.
Energía	Un generador de 50 kW de potencia de 45 horas semanalmente. Tres generadores de 20 kW de potencia de 45 horas semanalmente.	Se contratará un proveedor local.	Mediante fuentes de generadores portátiles.

### II.6.5.2. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

El combustible (gasolina y diésel) para consumo de los vehículos y maquinaria que se utilicen durante las actividades de Operación y Mantenimiento del Proyecto, se adquirirá de las gasolineras más cercanas a las áreas de trabajo, realizando la carga directa a los vehículos, evitando así almacenarlo.

La energía eléctrica requerida para la operación y mantenimiento será de autoabastecimiento.

### II.6.6. MATERIALES

Para la ejecución del Proyecto se requiere el material que se enlista en la siguiente tabla.

**Tabla II. 17. Requerimientos de materiales**

Concepto	Unidad /mes	Total	Concepto	Unidad/ mes	Total
Módulos fotovoltaicos	pza	313,140	Estaciones de media tensión	pza	23
Sistemas de montaje	pza	313,140	Alambre coperweld	m	400
Varilla de acero	ton	2.5	Conectores coperweld	pza	568
Alambre recocido	kg	650	Acero estructural	ton	50
Varilla de cobre (sistema de tierra)	pza	20	Aisladores de vidrio o porcelana	pza	50
Cemento	Ton	1	Herrajes para cables de guarda y conductor	pza	90
Grava	Ton	2	Amortiguadores para cables de guarda y conductor	pza	62
Polvo	Ton	2.5	Placas indicadoras de peligro y numeración	pza	25
Curacreto rojo	5 l		Acelerante para concreto	ml	1,250

No se considera necesaria la apertura de nuevos bancos de material pétreo para obtener el material de préstamo que pueda requerirse para la construcción del Proyecto, por lo que para la ejecución de las obras se obtendrán de casas comerciales debidamente establecidas y con las autorizaciones correspondientes.

## II.6.7. EQUIPO Y MAQUINARIA

Durante la Preparación del Sitio y Construcción se requerirá del transporte de los módulos fotovoltaicos, estructuras, inversores, equipo y materiales. En la siguiente tabla se presenta el listado de viajes por camiones requeridos, el periodo que se van a utilizar y el número de viajes por camiones que transitarán por mes.

**Tabla II. 18. Número de viajes que se requerirán para la Preparación del Sitio y Construcción.**

Concepto	Total viajes/camión	Número de semanas que se van a utilizar	No de viajes/camiones por mes
<b>Parque Solar Fotovoltaico</b>			
Camiones de transporte de maquinaria	30	2	30
Camiones de carga pesada	480	12	168
Camiones de transporte desbroce	1,248	12	437
Camiones de carga pesada	480	27	75
Camiones de transporte de módulos	1,536	9	717
Camiones de transporte de inversores	29	6	29
Camiones de transporte de estructura	288	12	101
Camiones de transporte de cableado y varios	192	15	54
Camiones pipa de agua (potable, cruda y/o tratada)	48	32	6
Camiones de transporte de concreto	225	27	35
Camiones de transporte de maquinaria	65	6	46

En la siguiente tabla se presenta el listado de equipo y maquinaria que se utilizará durante la etapa de preparación de sitio y construcción del Proyecto.

**Tabla II. 19. Número de camiones que se requerirán para la Preparación del Sitio y Construcción.**

Concepto	Total	Concepto	Total
Hincadoras hidráulicas	15	Vibradores	10
Grúas	3	Tractores sobre llantas / orugas	5
Retroexcavadoras	5	Manipuladores telescópicos	10
Traccionadoras	5	Tractores con remolque	10
Plantas soldadoras	5	Cargadoras de cuatro ruedas directrices	15
Cortadores manuales	10	Moto conformadoras	2
Compresores de aire 250 psi	10	Desbrozadora industrial	10
<b>Subestación eléctrica</b>			
Camiones de carga pesada	15	Retroexcavadora	2
Camiones de transporte de estructura	6	Moto conformadoras	1
Camiones de transporte de cableado y varios	20	Grúas	2
Camiones de transporte de equipos	25	Manipuladores Telescópicos	1
Camiones de transporte de concreto	50	--	--

Concepto	Total	Concepto	Total
<b>Línea de transmisión</b>			
Camiones de carga pesada	15	Retroexcavadora	2
Camiones de transporte de estructura	6	Moto conformadoras	1
Camiones de transporte de cableado y varios	5	Grúas	1
Camiones de transporte de equipos	2	Manipuladores Telescópicos	1
<b>Camino de acceso y caminos interiores</b>			
Camiones de carga pesada	22	Retroexcavadora	1
Vibro	1	Moto conformadoras	1

## II.7 RESIDUOS

### II.7.1. RESIDUOS SÓLIDOS

#### II.7.1.1. PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

En general, durante la construcción, operación y mantenimiento del Proyecto, se generarán residuos sólidos no peligrosos, los cuales se pueden agrupar de la siguiente forma: residuos sólidos domésticos, residuos de excavaciones y despalme, residuos vegetales, residuos reutilizables y reciclables.

##### II.7.1.1.1. RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS

Los residuos sólidos domésticos serán colocados en contenedores provistos de una tapa, los cuales serán colocados en forma visible y estratégica, en los lugares de generación y llevados a los almacenes, en donde serán separados en categorías (papel, plástico, metal, vidrio y materia orgánica). Se estima un máximo de 1,042.5 kg al mes, dependerá del número de trabajadores.

Éstos contenedores serán almacenados temporalmente para su posterior disposición final. Se estima que se generan aproximadamente 1.5 kg por trabajador, considerando 695 trabajadores se generaran 1,042.5 kg por día de residuos sólidos domésticos.

##### II.7.1.1.2. RESIDUOS DE EXCAVACIONES Y DESPALME

No se espera que se generen residuos por excavaciones y despalme ya que será utilizado para las nivelaciones y el relleno posterior de las excavaciones o en su caso para la restauración de las áreas de afectación temporal. Si llegan a existir sobrantes, se contratará a una empresa autorizada para que realicen el traslado y la disposición final en sitios autorizados.

##### II.7.1.1.3. RESIDUOS VEGETALES

Los residuos vegetales que sean generados como resultado de la realización del desmonte de vegetación inherente a la ejecución del proyecto serán trozados y se enviarán fuera del área de generación, para su disposición final en sitios autorizado.

En el caso de trozas (troncos y ramas mayores) de madera aprovechable (medida mínima: 1.20 m de longitud y 10 cm de diámetro sin incluir corteza), se hará la concesión correspondiente para su aprovechamiento por parte de los dueños de los predios, asociaciones o a personas de las localidades cercanas. El volumen estimado de residuos vegetales es de 34,237 m<sup>3</sup>.

#### **II.7.1.1.4. RESIDUOS REUTILIZABLES Y RECICLABLES**

Los residuos sólidos reutilizables y reciclables como: papel, plástico, latas de aluminio, vidrio, metal y madera, serán separados de acuerdo a su tipo de material y al uso que se les haya dado y depositados donde indiquen las autoridades de los centros de población.

Una vez identificados y separados los residuos sólidos no peligrosos, se verificará que los que no sean reutilizados y/o reciclados se dispongan finalmente en los sitios que designen las autoridades municipales.

#### **II.7.1.1.5. RESIDUOS PELIGROSOS**

Como residuos sólidos peligrosos se consideran los aceites que accidentalmente pueden ser derramados por la maquinaria y vehículos utilizados durante la construcción, los envases y estopas impregnadas con esmaltes, solventes, pinturas y grasas, así como acumuladores y baterías inservibles.

Para el manejo en general de los residuos sólidos peligrosos, se efectuarán acciones encaminadas a la sensibilización del personal contratado y se capacitará a dicho personal respecto a la manera de cómo deben colectarse, separarse y disponerse.

Para el manejo de los aceites se consideran como medidas preventivas para evitar derrames las siguientes: utilizar únicamente vehículos y maquinas en buen estado, verificar durante la ejecución de la obra el mantenimiento de los mismos y evitar realizar este mantenimiento dentro del área considerada para el derecho de vía de las líneas y fuera del predio de la subestación.

En caso de que ocurra algún derrame accidental dentro del área de construcción se procederá al retiro del material vegetal y/o suelo contaminado, para lo que será necesario excavar hasta la profundidad afectada y posteriormente se rellenarán los sitios con el tipo suelo predominante en la zona y libre de contaminantes. Tanto la tierra impregnada con el aceite derramado, como todos los demás residuos sólidos peligrosos, se almacenarán temporalmente para disponerlos de acuerdo a lo especificado en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Residuos Peligrosos y demás normativa aplicable.

#### **II.7.1.2. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Durante la operación y mantenimiento se generarán residuos sólidos por la estancia de los trabajadores, que se estima será de 384 kg mensuales.

## **II.7.2. RESIDUOS LÍQUIDOS**

### **II.7.2.1. PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN**

Los únicos líquidos residuales son los generados por los servicios sanitarios, estos servicios serán rentados a empresas especializadas y autorizados, las cuales se encargarán tanto de la limpieza de como del manejo y disposición final de los residuales. Se estima que se generarán aproximadamente 3,000 m<sup>3</sup> de aguas residuales por mes y variará en función del número de trabajadores.

Adicionalmente se estima que se generarán 0.5 m<sup>3</sup> diario de aguas residuales producto de las áreas de limpieza en el comedor. Estas aguas serán canalizadas a un depósito y se contratará a una empresa autorizada para su manejo y disposición final.

### **II.7.2.2 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

El lavado de los paneles, se requiere para eliminar el polvo que se va depositando en los mismos y que se encuentra en suspensión en el aire, esta actividad se realizará una vez al año, a fines de la primavera, mediante aplicación por aspersion con agua desionizada, sin detergentes ni aditivos. Se utilizarán anualmente alrededor de 0.9 litros por panel.

El agua residual del lavado de los paneles, es agua mezclada con estos restos de polvo, es semejante a la que se genera con agua lluvia sobre cualquier superficie que esté expuesta a las partículas que se encuentran en suspensión y que se van depositando en el tiempo, como por ejemplo el techo de una casa, por lo que no requieren de un manejo especial debido a que no contendrán ningún tipo de contaminante.

Las aguas residuales que se generarán durante la operación del Proyecto provendrán de los servicios de los sanitarios para los trabajadores, se estima una generación de 200 m<sup>3</sup> por año. Se utilizarán sanitarios con depósitos para evitar descargas y se contratará a una empresa para su recolección periódica y disposición final en sitios autorizados.

En el caso de que se realizarán letrinas se cumplirá con lo establecido en la normatividad ambiental vigente de competencia estatal y federal.



## **II.7.3. EMISIONES A LA ATMÓSFERA**

### **II.7.3.1. PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN**

Tanto para la preparación del sitio como para la construcción del Proyecto, las emisiones a la atmósfera que se generan son las que provienen del escape de vehículos y maquinaria que utilizan gasolina o diesel como combustible.

Para el caso de los vehículos automotores en circulación que utilizan gasolina como combustible, se vigilará que las emisiones de aquellos utilizados para la construcción se apeguen a los niveles máximos permisibles estipulados en la NOM-041-SEMARNAT-2006, publicada en el Diario Oficial de la Federación, el 6 de marzo de 2007, mediante las verificaciones realizadas en sitios autorizados, así como a la NOM-045-SEMARNAT-2006, publicada en el diario Oficial de la Federación, el 13 de septiembre de 2007, y que determina los niveles máximos permisibles de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible.

Esta norma menciona en el párrafo segundo de su apartado de objetivo y campo de aplicación, lo siguiente: “se excluye de la aplicación de la presente norma la maquinaria equipada con motores diesel utilizada en las industrias de la construcción, minera y de actividades agrícolas”, sin embargo, durante la ejecución de las obras se vigilara que la maquinaria utilizada se encuentre en condiciones adecuadas y cuente con el mantenimiento debido para respetar los niveles máximos permisibles de opacidad de humo.

Las emisiones de ruido durante la ejecución del proyecto son las producidas por la maquinaria y equipo de construcción, estas emisiones son poco significativas ya que serán temporales e intermitentes. Se vigilará durante la construcción, que los niveles de estas emisiones se ajusten a lo estipulado en la NOM-080-SEMARNAT-1994, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de enero de 1995, 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.

### **II.7.3.2. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Una vez terminada la construcción solo se emitirá a la atmósfera el ruido provocado por la transmisión de energía eléctrica, tanto en la línea como la subestación eléctrica, la cual se encuentra entre los 10 y 20 decibeles, parámetros de tolerancia para el oído humano.

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

## CONTENIDO

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.....	1
III.1. Instrumentos de Planeación y Programas Federales.....	2
III.1.1. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.....	2
III.1.2. Estrategia Nacional de Energía 2013-2017.....	2
III.1.3. Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) Visión 10-20-40.....	3
III.1.4. Programa Sectorial de Energía 2013-2018 (PSE).....	3
III.1.5. Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables 2014-2018.....	4
III.1.6. Programa Nacional de Infraestructura 2014-2018 (PNI).....	4
III.1.7. Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018 (PECC).....	4
III.1.8. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018.....	6
III.2. Programas de Ordenamiento Ecológico.....	6
III.2.1. Programa de Ordenamiento General del Territorio.....	6
III.2.2. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán.....	13
III.3. Programas Estatales y Municipales.....	23
III.3.1. Plan Estatal de Desarrollo 2012-2018.....	23
III.3.2. Programa Sectorial de Infraestructura del Estado de Yucatán.....	23
III.3.3. Programa Especial de Acción Ante el Cambio Climático del Estado de Yucatán.....	24
III.3.4. Plan de Desarrollo del Municipio de Valladolid 2015-2018.....	24
III.3.5. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Valladolid 2030.....	25
III.4. Marco Normativo.....	27
III.4.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.....	27
III.4.2. Leyes y Reglamentos.....	27
III.4.2.1. Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE).....	27
III.4.2.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.....	28
III.4.2.3. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento.....	29
III.4.2.4. Ley General de Vida Silvestre.....	29
III.4.2.5. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento ..	30
III.4.2.6. Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento.....	31
III.4.2.7. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.....	32
III.4.2.8. Reglamento para el Aprovechamiento de Derecho de Vía de las Carreteras Federales y Zonas Aledañas.....	33
III.4.2.9. Ley de Protección del Medio Ambiente del Estado de Yucatán y su Reglamento.....	35
III.4.2.10. Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos para el Estado de Yucatán y su Reglamento.....	37
III.4.2.11. Reglamento de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán en Materia de Cenotes, Cuevas y Grutas.....	39
III.4.2.12. Ley para la Protección de la Fauna del Estado de Yucatán.....	41
III.4.3. Normas Oficiales Mexicanas.....	42
III.4.3.1. Aire.....	42

III.4.3.2. Ruido.....	42
III.4.3.3. Aguas Residuales .....	43
III.4.3.4. Manejo y Transportación de Residuos Peligrosos Generados en las Etapas de Construcción, Operación y Abandono.....	43
III.4.3.5. Flora y Fauna .....	43
III.5. Áreas Naturales Protegidas Y Zonas Prioritarias Para La Conservación .....	44
III.5.1. Áreas Naturales Protegidas y Sitios Ramsar.....	44
III.5.2. Áreas Prioritarias para la Conservación .....	47
III.5.2.1. Regiones Terrestres Prioritarias .....	47
III.5.2.2. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves .....	47
III.5.2.3. Regiones Hidrológicas Prioritarias .....	47
III.5.2.4. Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas.....	50

## TABLAS

Tabla III.1. Instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables al Proyecto. ....	1
Tabla III.2. Políticas ambientales y estrategias para la UAB 62 Karst de Yucatán y Q.Roo. ....	7
Tabla III.3. Vinculación del Proyecto con las estrategias establecidas para la UAB 62.....	8
Tabla III.4. Políticas ambientales establecidas en el POEYT. ....	13
Tabla III.5. Características de la UGA 1.2 E Planicie Sotuta-Valladolid-Calotmul. ....	14
Tabla III.6. Criterios aplicables a la UGA 1.2E Planicie Sotuta-Valladolid-Calotmul. ....	16
Tabla III.7. Vinculación del Proyecto con los artículos aplicables de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. ....	30
Tabla III.8. Vinculación del Proyecto con el Reglamento para el Aprovechamiento de Derecho de Vía. ....	33
Tabla III.9. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley de Protección del Medio Ambiente del Estado de Yucatán.....	35
Tabla III.10. Vinculación del Proyecto la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos para el Estado de Yucatán y su Reglamento. ....	37
Tabla III.11. Vinculación del Proyecto con la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán en materia de cenotes, cuevas y grutas. ....	39
Tabla III.12. Vinculación del Proyecto con la Ley para la Protección de la Fauna del Estado de Yucatán. ....	41
Tabla III.13. Normas Oficiales Mexicanas en materia de aire.....	42
Tabla III.14. Normas Oficiales Mexicanas en materia de ruido.....	42
Tabla III.15. Normas Oficiales Mexicanas en Manejo de Residuos Peligrosos. ....	43
Tabla III.16. Normas Oficiales Mexicanas para la protección de flora y fauna. ....	43
Tabla III.17. Áreas Naturales Protegidas del Estado de Yucatán.....	44

## FIGURAS

Figura III.1. Modelo de Ordenamiento General del Territorio.....	12
Figura III.2. Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Yucatán.....	15
Figura III.3. Polígono del Centro de Población de Valladolid.....	26
Figura III.4. Áreas Naturales Protegidas del Estado de Yucatán.....	46
Figura III.5. Regiones Prioritarias Terrestres para la Conservación y AICAS del Estado de Yucatán.....	48
Figura III.6. Regiones Hidrológicas Prioritarias del Estado de Yucatán.....	49
Figura III.7. Sitios RAMSAR.....	51

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

En el presente Capítulo se presenta información que resultó de un análisis detallado de los instrumentos de planeación así como de los ordenamientos jurídicos aplicables al proyecto y cuyos lineamientos así como criterios, determinan la congruencia de la construcción y operación del Proyecto. Se realiza el análisis de los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables al Proyecto, que se enlistan en la Tabla III.1.

**Tabla III.1. Instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables al Proyecto.**

Tipo	Instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos
Instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018</li> <li>- Estrategia Nacional de Energía 2013-2017</li> <li>- Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40</li> <li>- Programa Sectorial de Energía 2013-2018</li> <li>- Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables 2014-2018</li> <li>- Programa Nacional de Infraestructura 2014-2018</li> <li>- Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018</li> <li>- Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018</li> </ul>
Programas de Ordenamiento Ecológico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ordenamiento General del Territorio</li> <li>- Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán</li> </ul>
Programas de Desarrollo Estatales y Municipales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan Estatal de Desarrollo 2012-2018</li> <li>- Programa Sectorial de Infraestructura para el Estado de Yucatán</li> <li>- Programa Especial de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Yucatán</li> <li>- Plan de Desarrollo del Municipio de Valladolid 2015-2018</li> <li>- Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Valladolid 2030</li> </ul>
Marco normativo federal y estatal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos</li> <li>- Reforma Consitutcional del Sector de Energía – Subasta a largo plazo</li> <li>- Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y Financiamiento de la Transición Energética</li> <li>- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental</li> <li>- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento</li> <li>- Ley General de Vida Silvestre y su reglamento</li> <li>- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento</li> <li>- Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento</li> <li>- Ley Federal de Responsabilidad Ambiental</li> <li>- Reglamento para el Aprovechamiento del Derecho de Vía de las Carreteras Federales y Zonas Aledañas</li> <li>- Ley de Protección del Medio Ambiente del Estado de Yucatán y su reglamento</li> <li>- Ley para la Gestión Integral de Residuos para el Estado de Yucatán y su reglamento</li> <li>- Reglamento de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán en Materia de Cenotes, Cuevas y Grutas</li> <li>- Normas Oficiales Mexicanas</li> </ul>
Áreas naturales protegidas y regiones prioritarias para la conservación	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Áreas naturales protegidas federales, estatales y municipales</li> <li>-Regiones terrestres prioritarias</li> <li>-Áreas de importancia para la conservación de las aves</li> <li>-Regiones hidrológicas prioritarias</li> <li>-Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas</li> </ul>

De acuerdo al análisis realizado, el Proyecto cumple con los objetivos y metas planteadas en los instrumentos de planeación y programas federales, entre los que destaca el Plan Nacional de Desarrollo, el Programa Sectorial de Energía, el Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables, el Programa Nacional de Infraestructura y el Programa Especial de Cambio Climático.

Por otra parte no contraviene con los lineamientos y criterios establecidos en los Programas de Ordenamiento Ecológicos decretados, ni con los Programas de Desarrollo Estatales y Municipales. Tampoco afectará a ningún área natural protegida decretada a nivel federal, estatal o municipal, así como a ningún área prioritaria para la conservación.

A continuación se presenta el análisis de cada uno de los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos.

### **III.1. INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y PROGRAMAS FEDERALES**

#### **III.1.1. PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2013-2018**

El Proyecto es congruente con lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (PND) por atender las directrices relacionadas con la Meta IV; Un México Próspero que promueva el crecimiento sostenido de la productividad en un clima de estabilidad económica y mediante la generación de igualdad de oportunidades, y se alinea con el objetivo 4.6. Abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva. Asimismo atenderá los lineamientos del Programa Sectorial de Energía 2013 - 2018.

En consideración con el sector eléctrico, el PND especifica que si bien el servicio se ha incrementado y cubre cerca del 98% de la población, en el futuro habrá mayor incorporación de usuarios lo que generará una mayor demanda energética, donde se considera el uso de tecnologías que empleen fuentes de energías renovables, por lo que el Proyecto contribuye a enfrentar los retos en materia de seguridad energética y diversificación, ya que generará energía solar fotovoltaica.

#### **III.1.2 ESTRATEGIA NACIONAL DE ENERGÍA 2013-2017**

La Estrategia Nacional de Energía 2013-2017 fue publicada en el DOF del 21-05-2013, busca encauzar la oferta y demanda de energía para alcanzar dos objetivos estratégicos: dar viabilidad al crecimiento económico y extender el acceso a servicios energéticos de calidad a toda la población, a fin de que reciban los beneficios que derivan del consumo eficiente y responsable de la energía.

Para poder alcanzar estos objetivos, una de las cuatro medidas políticas es la Transición energética que busca lograr el correcto balance entre mantener al país económicamente competitivo, tecnológicamente innovador y diversificado, con su contribución al mejoramiento permanente de la calidad ambiental local y el cumplimiento de los compromisos ambientales.

### **III.1.3. ESTRATEGIA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO (ENCC) VISIÓN 10-20-40.**

La ENCC fue publicada en DOF el 03 de junio del 2013. Es el instrumento rector de la política nacional en el mediano y largo plazos para enfrentar los efectos del cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono. Describe los ejes estratégicos y líneas de acción a seguir para así orientar las políticas de los tres órdenes de gobierno. Una de las estrategias planteadas es *“Acelerar la transición energética hacia fuentes de energía limpia”*, para lograrla se establecen entre otras acciones las siguientes

- Fomentar la generación de energía mediante el uso de fuentes limpias y tecnologías más eficientes en sustitución de combustibles fósiles, minimizando su impacto ambiental y social.
- Fomentar la participación del sector privado y paraestatal en la generación de energía eléctrica con fuentes renovables de energía y la cogeneración eficiente.
- Promover la inversión en sistemas fotovoltaicos en zonas del país con alto potencial.
- Fomentar la generación distribuida mediante el uso de sistemas fotovoltaicos en el sector industrial, residencial y de servicios.

El Proyecto contribuye a acelerar la transición energética hacia fuentes de energía limpia, ya que es un parque solar fotovoltaico.

### **III.1.4. PROGRAMA SECTORIAL DE ENERGÍA 2013-2018 (PSE)**

El Programa Sectorial de Energía 2013-2018 se elabora con el fin de dar cumplimiento a las previsiones contenidas en el PND orientados a la ejecución de la meta México Próspero. Este programa establece los objetivos, prioridades y políticas que regirán el desempeño de las actividades del sector energético del país. Entre las estrategias planteadas están:

*“Asegurar el abastecimiento racional de energía eléctrica a lo largo del país y Ampliar la utilización de fuentes de energía limpia y renovables”*

El Proyecto es acorde con los objetivos y estrategias planteadas en este programa ya que es un parque solar fotovoltaico y de manera indirecta proporcionara el abastecimiento de energía eléctrica.

### **III.1.5. PROGRAMA ESPECIAL PARA EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES 2014-2018**

Este programa fue publicado en el DOF el 28 de abril del 2014 por la Secretaría de Energía, y es el instrumento mediante el cual se establecerán las políticas públicas en la materia, determinando los objetivos para el uso de dichas fuentes de energía, y las acciones para alcanzarlas. Su objetivo es promover el aprovechamiento de energías renovables, estableciendo objetivos y metas, así como las acciones necesarias para alcanzarlas.

Uno de los objetivos de este programa es *“Aumentar la capacidad instalada y la generación de electricidad a partir de fuentes renovables de energía”* con el fin de obtener los siguientes beneficios: diversificación de la matriz energética, descarbonización del sector eléctrico y atender la demanda de energía eléctrica nacional con costos competitivos y respeto al medio ambiente.

El Proyecto contribuye con el cumplimiento de este objetivo ya que aumenta la capacidad de energía a partir de fuentes renovables, debido a que es un parque solar fotovoltaico, diversificando la matriz energética, contemplando medidas de mitigación para todos los impactos ambientales que se pudieran generar y contribuye a la descarbonización.

### **III.1.6. PROGRAMA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA 2014-2018 (PNI)**

Este programa fue publicado el 24 de abril de 2014 en el DOF, en él se establece que 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.

A través del PNI 2014-2018 el Gobierno de la República busca orientar la funcionalidad integral de la infraestructura existente y nueva del país, entre los objetivos está:

*“Optimizar la coordinación de esfuerzos para la generación de infraestructura energética, asegurando así el desarrollo adecuado de la misma, a efecto de contar con energía suficiente, de calidad y a precios competitivos.”*

Por otra parte establece como una de sus estrategias:

*"Diversificar las fuentes para la generación de energía eléctrica, impulsando especialmente el uso de fuentes renovables."*

En este sentido el Proyecto es acorde con las metas y estrategias planteadas en el Programa Nacional de Infraestructura, ya que es un parque solar fotovoltaico.

### **III.1.7. PROGRAMA ESPECIAL DE CAMBIO CLIMÁTICO 2014-2018 (PECC)**

El Programa Especial de Cambio Climático, publicado en el DOF el 28 de abril de 2014, es un instrumento fundamental para la política climática del país derivado de la Ley General de



Cambio Climático, la cual señala que en él se establecerán los objetivos, estrategias, acciones y metas para enfrentar el cambio climático mediante la definición de prioridades en materia de adaptación, mitigación e investigación, así como la asignación de responsabilidades, tiempos de ejecución, coordinación de acciones y de resultados y estimación de costos.

Este PECC se alinea directamente con el objetivo 4.4 y la estrategia 4.4.3 del PND 2013-2018 los cuales se refieren al fortalecimiento de la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono.

México forma Parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático desde marzo 1994 y de su Protocolo de Kioto desde febrero de 2005. En junio de 2012 promulgó la Ley General de Cambio Climático (LGCC) que entró en vigor en octubre de ese mismo año, es decir, México está buscando dar cumplimiento a los compromisos adquiridos con la comunidad internacional en la disminución de la emisión de los gases de efecto invernadero para enfrentar al cambio climático.

El Artículo 67 de la LGCC establece que el Programa deberá contener, entre otros, los elementos siguientes:

III. Las metas sexenales de adaptación relacionadas con la gestión integral del riesgo; aprovechamiento y conservación de recursos hídricos; agricultura; ganadería; silvicultura; pesca y acuicultura; ecosistemas y biodiversidad; energía; industria y servicios; infraestructura de transporte y comunicaciones; desarrollo rural; ordenamiento ecológico territorial y desarrollo urbano; asentamientos humanos; infraestructura y servicios de salud pública y las demás que resulten pertinentes.

Uno de los objetivos es la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero para transitar a una economía competitiva y a un desarrollo bajo en emisiones. Este objetivo se articula con la Meta Nacional del PND México Próspero, que busca fortalecer la política nacional de cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono.

El Proyecto es acorde con este último objetivo ya que en la generación de energía eléctrica no propiciará el aumento de los gases de efecto invernadero emitidos a la atmósfera.

### **III.1.8. PROGRAMA SECTORIAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES 2013-2018**

Mediante este Programa Sectorial se atenderán fundamentalmente las cuatro estrategias del objetivo 4.4 del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (PND), “Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo”. El programa contempla entre otros objetivos los siguientes:

*Promover y facilitar el crecimiento sostenido y sustentable de bajo carbono con equidad y socialmente incluyente.*

*Incrementar la resiliencia a efectos del cambio climático y disminuir las emisiones de compuestos y gases de efecto invernadero.*

El Proyecto al ser un parque solar fotovoltaico permitirá la disminución de los gases de efecto invernadero emitidos en la atmósfera, por otro lado se generarán aproximadamente 695 empleos durante la etapa de Preparación del Sitio y Construcción, se dará prioridad a la contratación a los trabajadores de las localidades cercanas. El Proyecto contempla implementar un Plan de Gestión Social.

## **III.2. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO**

### **III.2.1. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO GENERAL DEL TERRITORIO**

Este programa fue expedido por medio del acuerdo publicado en el DOF en septiembre de 2012. El ordenamiento promueve un esquema de coordinación y corresponsabilidad entre los sectores de la Administración Pública Federal que permite generar sinergias y propiciar un desarrollo sustentable en cada una de las regiones ecológicas identificadas en el territorio nacional.

Por su escala y alcance, el POEGT no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. Reconoce que cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región, en congruencia con las prioridades establecidas en este Programa y sin menoscabo del cumplimiento de programas de ordenamiento ecológico locales o regionales vigentes. Asimismo, cabe aclarar que la ejecución de este Programa es independiente del cumplimiento de la normatividad aplicable a otros instrumentos de política ambiental, entre los que se destacan las Áreas Naturales Protegidas y las Normas Oficiales Mexicanas.

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), representadas a escala 1:2,000,000, empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT.

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. El POEGT es un instrumento dirigido a guiar las acciones de la Administración Pública y no pretende regular el uso de suelo.

El Proyecto se desarrollara en la UAB No. 62 Karst de Yucatán y Quintana Roo, como se observa en la Tabla III.2 se presenta la política y las estrategias aplicables y Figura III.1.

**Tabla III.2. Políticas ambientales y estrategias para la UAB 62 Karst de Yucatán y Q.Roo.**

UAB	Política	Rector	No. de estrategia aplicable
62 Karst de Yucatán y Q.Roo	Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable.	Preservación de flora y fauna-Turismo	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

Fuente: DOF. Viernes 07 de septiembre de 2012. SEMARNAT. Acuerdo por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

De acuerdo al análisis realizado, el Proyecto no contraviene a las estrategias establecidas para la UAB 62 en donde se llevará a cabo. El Proyecto contribuye con la generación de energía a través de fuentes renovables y por lo tanto a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero.

En la Tabla III.3 se presenta la vinculación del Proyecto con cada una de las estrategias.

**Tabla III.3. Vinculación del Proyecto con las estrategias establecidas para la UAB 62.**

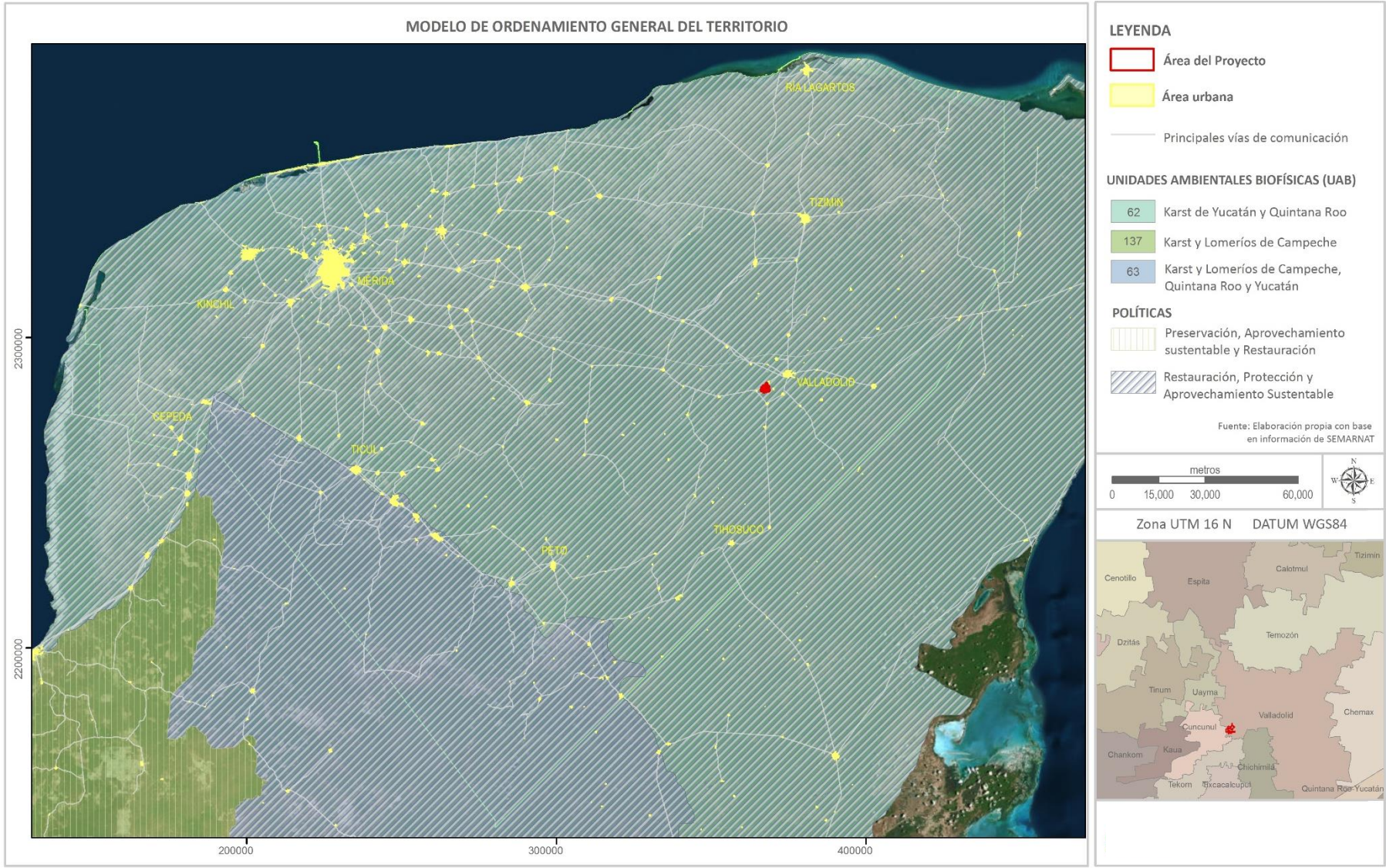
Estrategia	Vinculación con el Proyecto
<b>Grupo I. Dirigidas hacia la sustentabilidad del territorio</b>	
<i>A) Preservación</i>	
1. Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad.	<p>El Proyecto contempla las siguientes actividades para evitar la pérdida de la cobertura vegetal y la biodiversidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Se contempla un programa de rescate y reubicación de las cuatro especies vegetales que se registran en el Área del Proyecto y que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</li> <li>-En las áreas de afectación temporal y en donde sea factible para asegurar la circulación segura de los vehículos, se conservarán los árboles de mayor tamaño y tocones de Tzitzilche (<i>Gymnopodium floribundum</i>) para facilitar la restauración posterior del área.</li> <li>-Se llevará a cabo la restauración y monitoreo de las áreas de afectación temporal con especies características de la selva mediana subcaducifolia.</li> <li>--Se permitira el crecimiento de la vegetación dentro del derecho de vía de la línea de transmisión a una altura que no interfiera con la operación segura de esta.</li> <li>-Se destinará un área de conservación de 45.35 ha en el Área del Proyecto</li> </ul>
2. Recuperación de especies en riesgo.	El Proyecto contempla implementar programas de rescate y reubicación de las especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.
3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	El Proyecto contribuye al conocimiento de la diversidad al realizar los muestreos y registrar las especies de flora y fauna presentes en el Área del Proyecto, se identifican las especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se contempla implementar un Programa de rescate y reubicación de flora y fauna y un monitoreo para darle seguimiento.
<i>B) Aprovechamiento sustentable</i>	
4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	Durante la preparación del sitio, específicamente en el desmonte y despalme de las áreas de afectación temporal se seleccionarán previamente los árboles de mayor envergadura y se dejarán tocones de los árboles de tzizilché que son relevantes para la producción de miel, y que no obstruyan la circulación segura de la maquinaria y vehículos. También en las áreas de afectación temporal se recuperará la capa de suelo fértil en donde también se almacena el germoplasma, se almacenará y protegerá de la erosión para que una vez terminada la etapa de construcción se lleve a cabo la restauración de las áreas temporales.
5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	No aplica ya que el Proyecto consiste en la construcción y operación de un Parque solar fotovoltaico.
6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	

Estrategia	Vinculación con el Proyecto
7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	No aplica ya que el Proyecto consiste en la construcción y operación de un Parque solar fotovoltaico, sin embargo el material producto del desmonte podrá ser donado a asociaciones civiles, a los propietarios u otras personas de las localidades cercanas.
8. Valoración de los servicios ambientales.	Durante la ejecución del Proyecto se valoran los servicios ambientales y se tiene contemplado implementar un Programa de Manejo Ambiental con el fin de mitigar los impactos ambientales.
<b>c) Protección de los Recursos Naturales</b>	
9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.	El Proyecto consiste en la construcción y operación de un parque fotovoltaico que se llevará a cabo en el municipio de Valladolid en el Estado de Yucatán, en una zona predominantemente plana, en donde la alta permeabilidad no permite la formación de ríos ni cuerpos de agua, el acuífero tiene un volumen disponible de 5,759,221,028 m³ anuales para nuevas concesiones, sin embargo por sus características de alta permeabilidad es muy vulnerable a la contaminación, por lo que durante la ejecución del Proyecto se tiene contemplado implementar un Programa de Manejo Ambiental en el que se incluye el subprograma de Manejo sustentable del agua y conservación de la calidad. Además se prevén medidas para evitar la contaminación del suelo y el agua mediante el establecimiento de buenas prácticas en el manejo de residuos sólidos y peligrosos.
10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.	
11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.	
12. Protección de los ecosistemas.	El Proyecto contribuye al conocimiento de la biodiversidad ya que durante la elaboración de este estudio se realizaron muestreos para la caracterización de la flora y fauna y se calcularon los índices de diversidad para la selva mediana subcaducifolia y para cada uno de los grupos de vertebrados. El Proyecto contempla implementar programas de rescate y reubicación de las especies vegetales en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se ejecutará además un programa de rescate y reubicación de la fauna silvestre, incluyendo las especies que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes	No aplica ya que el Proyecto consiste en la construcción y operación de un parque solar fotovoltaico.
<b>d) Restauración</b>	
14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	No aplica ya que el Proyecto consiste en la construcción y operación de un parque solar fotovoltaico. Como parte de las actividades del Proyecto, se promoverá la restauración de las áreas degradadas mediante la reforestación con especies nativas, que se encuentran dentro de las zonas destinadas por el Proyecto a la conservación.

Estrategia	Vinculación con el Proyecto
<i>E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios.</i>	
21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.	No aplica ya que el Proyecto consiste en la construcción y operación de un parque solar fotovoltaico.
22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	
23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	
<i>Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana</i>	
<i>E) Desarrollo Social</i>	
31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	No aplica ya que el Proyecto consiste en la construcción y operación de un parque solar fotovoltaico.  El Proyecto implica la dotación de infraestructura sustentable de la región, ya que generará electricidad a partir de fuentes de energía renovable y de cero emisiones.
32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.	
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.	
37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	No aplica ya que el Proyecto consiste en la construcción y operación de un parque solar fotovoltaico.
38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	
39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	

Estrategia	Vinculación con el Proyecto
<b>Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional</b>	
<b>A) Marco Jurídico</b>	
40. Atender las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	No aplica ya que el Proyecto consiste en la construcción y operación de un parque solar fotovoltaico.
41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	
42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural	Durante la ejecución de Proyecto, se respetarán los derechos de la propiedad rural.
<b>B) Planeación del Ordenamiento Territorial</b>	
43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	No aplica ya que el Proyecto consiste en la construcción y operación de un parque solar fotovoltaico.
44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	El Proyecto cumple con lo establecido en los Ordenamiento Ecológicos Decretados.

Fuente: DOF. Viernes 07 de septiembre de 2012. SEMARNAT. Acuerdo por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio



**Figura III.1. Modelo de Ordenamiento General del Territorio.**



### III.2.2 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO DEL ESTADO DE YUCATÁN

El Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán, fue publicado en el Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán el 26 de julio de 2007, establece el “Modelo de Desarrollo Territorial” o “Modelo de Ocupación del Territorio” para el Estado de Yucatán, con base en criterios de racionalidad y de equilibrio entre la eficiencia ecológica y el desarrollo económico-social del sistema territorial.

El Modelo de Desarrollo Territorial es una proyección espacial de una estrategia de desarrollo económico y social que contribuye al diseño del sistema territorial futuro y a la forma en que se puede llegar a conseguirlo, representando la forma de concretar espacialmente los objetivos ambientales propuestos en términos de sustentabilidad. El modelo incluye la propuesta de usos para el territorio, acorde con sus potencialidades y limitantes y el establecimiento de un sistema de políticas y criterios ambientales de aprovechamiento, protección, conservación y restauración que garanticen la explotación racional y la conservación a mediano y largo plazo de los recursos naturales y humanos del Estado.

La elaboración del modelo de ordenamiento considera la propuesta de uso y aprovechamiento que se desea dar al territorio, y se expresa en los mapas de políticas y modelo de uso y aprovechamiento del mismo en donde ubican las unidades de gestión territorial. Cada una de las unidades de gestión territorial reconocidas para el Estado de Yucatán tiene asignadas de manera explícita políticas territoriales y criterios de uso y manejo. Las políticas asignadas se describen en la Tabla III.4.

**Tabla III.4. Políticas ambientales establecidas en el POEYT.**

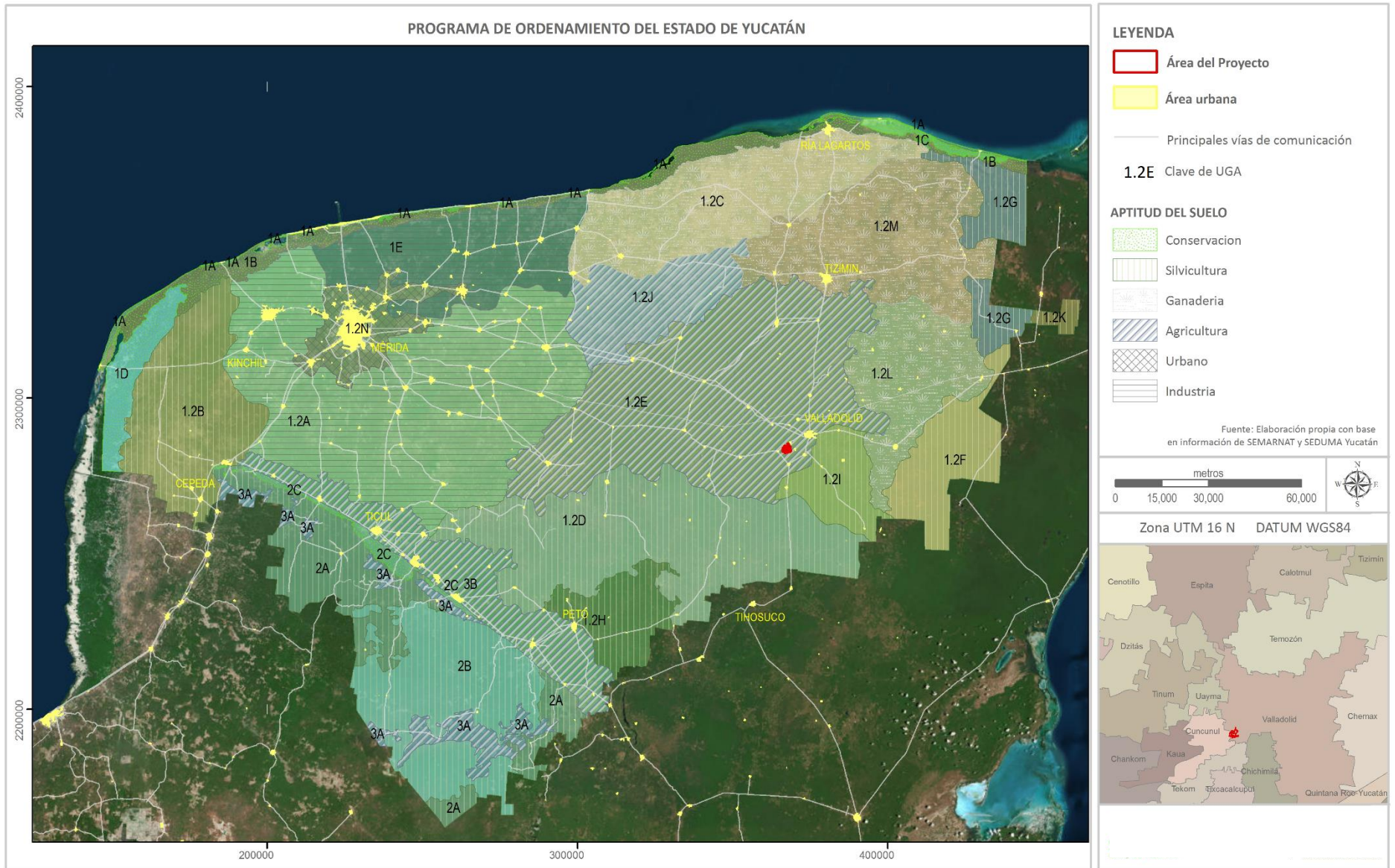
Política	Descripción
Aprovechamiento	Se aplica cuando el uso del suelo es congruente con su aptitud natural, y prevalecerá en aquellas unidades espaciales destinadas a la producción agrícola estabilizada, agricultura de riego, agricultura tecnificada, ganadería semiextensiva, extracción de materiales pétreos, industria, suelo urbano, expansión urbana, y aprovechamiento racional del agua. Se busca fomentar el uso de los recursos naturales tomando como base la integridad funcional de los geosistemas. El aprovechamiento se realiza a partir de la transformación y apropiación del espacio y considerando que el aprovechamiento de los recursos resulta útil a la sociedad y no debe impactar negativamente al ambiente. Se utilizarán los recursos naturales a ritmos e intensidades ecológicamente aceptables y socialmente útiles.
Conservación	Prevalecerá en aquellas unidades destinadas a la agricultura tradicional, conservación y manejo de ecosistemas, apicultura, turismo alternativo, silvicultura, sistemas agrosilvopastoriles, así como las actividades que permitan garantizar la permanencia de servicios ambientales y funciones ecológicas esenciales para el mantenimiento de la vida. El aprovechamiento económico de estas áreas se hará conforme a los ritmos e intensidades de sustentabilidad que correspondan al manejo sustentable de los recursos naturales. En las unidades en donde se aplique esta política se recomienda no cambiar el uso actual del suelo, lo que permitirá mantener el hábitat de muchas especies de flora y fauna, prevenir la erosión, la deforestación, la pérdida de biodiversidad y asegurar la recarga de los acuíferos.

Política	Descripción
Protección	Prevalecerá en aquellas unidades espaciales en donde se hayan creado áreas naturales protegidas de competencia federal, estatal y municipal, y en aquellas zonas que se determinen importantes por sus características geoecológicas, endemismo de flora y fauna, diversidad biológica y geográfica alta y por los servicios ambientales que proporcionan. Estas unidades están destinadas a garantizar la permanencia de especies y ecosistemas esenciales para mantener el equilibrio ecológico, la recarga de los acuíferos y salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres, terrestres y acuáticas, principalmente las endémicas, raras, con protección especial, amenazadas o en peligro de extinción. En las áreas protegidas se limitarán las actividades productivas que no sean compatibles con dicha protección.
Restauración	Prevalecerá en las unidades destinadas a superar problemas de deterioro ambiental (contaminación del acuífero, de los suelos, del aire, procesos erosivos o de azolvamiento por actividades antrópicas, pérdida de la cobertura forestal, pérdida de la diversidad biológica, modificación de patrones de drenaje, entre otros). En las unidades consideradas para la aplicación de la política de restauración se deben rehabilitar ecosistemas, reintroducir especies, restaurar cobertura vegetal, recuperar tierras degradadas o improductivas, así como reubicar las actividades que causen conflictos por ser incompatibles con la visión territorial a largo plazo y el desarrollo sustentable. Debe establecerse un conjunto de actividades tendientes a la rehabilitación y recuperación de un área degradada, para restablecer parcial o totalmente la cubierta forestal manteniendo las condiciones que propicien su persistencia y evolución. El concepto de rehabilitación y recuperación se refiere al restablecimiento de los procesos naturales y de los parámetros genéticos, demográficos o ecológicos de una población o especie, con referencia a su estado al iniciar las actividades de recuperación, así como a su abundancia local, estructura y dinámica en el pasado, para retornar a cumplir con su papel ecológico y evolutivo con la consecuente mejoría en la calidad del hábitat. Según sea el caso, la restauración puede incluir acciones de reintroducción, repoblación y traslocación.

El Modelo de Desarrollo Territorial, establece 34 unidades de gestión ambiental (UGA), el Proyecto se localiza en la UGA 1.2E.- Planicie Sotuta-Valladolid-Calotmul, con una superficie total de 5,084.72 km<sup>2</sup>, tiene una política de aprovechamiento, como uso principal el agrícola y como aptitud secundaria la apicultura y asentamientos humanos, esta UGA comprende 441 localidades (ver Tabla III.5, Tabla III.6 y Figura III.2).

**Tabla III.5. Características de la UGA 1.2 E Planicie Sotuta-Valladolid-Calotmul.**

Concepto	Descripción
Superficie	5,084.72 km <sup>2</sup>
Política	Aprovechamiento
Uso predominante	Agricultura
Uso compatible	Asentamientos Humanos (Suelo Urbano), Actividades Cinegéticas, Agroforestería y Turismo alternativo (Ecoturismo)
Uso condicionado	Industria y Ganadería Extensiva
Uso incompatible	Extracción de materiales pétreos y Porcicultura
Uso actual principal y tipo de vegetación	Apicultura, agricultura de temporal, asentamientos humanos y selva mediana subcaducifolia con vegetación secundaria
Criterios	Protección: 1, 2, 5, 6, 9, 10, 12, 13, 14, 16. Conservación: 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 13. Aprovechamiento: 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16 Restauración: 1, 5, 6, 8, 9.



**Figura III.2. Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Yucatán.**

**Tabla III.6. Criterios aplicables a la UGA 1.2E Planicie Sotuta-Valladolid-Calotmul.**

Criterio	Forma de cumplimiento
<b>Protección</b>	
<p>1. Promover la reconversión y diversificación productiva bajo criterios ecológicos de los usos del suelo y las actividades forestales, agrícolas, pecuarias y extractivas, que no se estén desarrollando conforme a los requerimientos de protección del territorio.</p>	<p>No aplica ya que el Proyecto consiste en la construcción y operación de un parque solar fotovoltaico. No obstante, en las áreas que se lleguen a encontrar de acahual o milpa en abandono que se encuentren dentro de las áreas de conservación del Proyecto, se promoverá su restauración mediante actividades de reforestación con especies nativas típicas de la zona. Se contempla que en las zonas destinadas a la conservación, se vigilará que no se lleven a cabo actividades extractivas de flora o fauna y no se permitirá el desarrollo de actividades agropecuarias. Se colocarán letreros restrictivos e informativos para coadyuvar a que las áreas de conservación cumplan con su función.</p>
<p>2. Crear las condiciones que generen un desarrollo socioeconómico de las comunidades locales que sea compatible con la protección.</p>	<p>El Proyecto generará empleos locales que permitirán mejorar la calidad de vida de las personas contratadas temporalmente.</p>
<p>5. No se permite el confinamiento de desechos industriales, tóxicos y biológicoinfecciosos.</p>	<p>No aplica, ya que el Proyecto podría generar en su etapa de Operación residuos peligrosos como grasas y aceites así como sus respectivos envases considerados como residuos peligrosos pero a un volumen pequeño que serán destinados y gestionados de manera que una empresa especializada los tratará y dispondrá a sitios autorizados. Por lo que solo se contemplará un almacén de residuos peligrosos temporal y no un confinamiento permanente de desechos industriales, tóxicos ni biológico infecciosos. Durante la construcción se generarán residuos sólidos y peligrosos los cuales serán dispuestos de acuerdo a la normatividad ambiental vigente.</p>
<p>6. No se permite la construcción a menos de 20 mts. de distancia de cuerpos de agua, salvo autorización de la autoridad competente.</p>	<p>En el Área del Proyecto no se registran cuerpos de agua superficiales, durante los estudios topográficos mediante imágenes lidar se detectó la presencia de una oquedad, por lo que se respetarán 50 m alrededor del borde este, en apego al reglamento estatal inherente.</p>
<p>9. No se permite la quema de vegetación, de desechos sólidos ni la aplicación de herbicidas y defoliantes</p>	<p>El Proyecto no contempla la quema de vegetación, ni de cualquier otro residuo. En ninguna etapa se contempla la aplicación de herbicidas ni defoliantes o cualquier otro químico. Los residuos que deriven del desmonte por el cambio de uso del suelo y Preparación del Sitio, serán concesionados a asociaciones civiles o personas para que realicen su aprovechamiento, el resto de los residuos vegetales que no sean concesionados serán tratados como residuos de manejo especial.</p>

Criterio	Forma de cumplimiento
10. Los depósitos de combustible deben someterse a supervisión y control, incluyendo la transportación marítima y terrestre de estas sustancias, de acuerdo a las normas vigentes.	En la etapa de construcción se contempla el almacenamiento de combustible, estos depósitos estarán sujetos a la supervisión y monitoreo constante y cumplirán con la normatividad ambiental vigente. En el área de almacenamiento temporal, se implementará la infraestructura necesaria para prevenir derrames o contingencias que potencialmente ocurrirían por almacenamiento del combustible.
12. Los proyectos a desarrollar deben garantizar la conectividad de la vegetación entre los predios colindantes que permitan la movilidad de la fauna silvestre.	Entre las acciones que se contemplan para mantener la conectividad de la vegetación con los predios colindantes figuran: -Se llevará a cabo la restauración y monitoreo de las áreas de afectación temporal con especies características de la selva mediana subcaducifolia. -Una vez terminada la etapa de construcción se inducirá el crecimiento de la vegetación herbácea y arbustiva en los bordes de las vialidades internas. -Se permitirá el crecimiento de la vegetación en el derecho de vía de la línea de transmisión Estas actividades contribuirán parcialmente a la conectividad del Área del Proyecto con las áreas aledañas.
13. No se permiten las actividades que degraden la naturaleza en las zonas que formen parte de los corredores biológicos.	De acuerdo con la CONABIO, un corredor biológico, es un mosaico de ecosistemas entre áreas naturales protegidas en donde: -Se conserva la biodiversidad y agrobiodiversidad al interior del corredor. -Se mantienen las relaciones ecológicas entre las áreas naturales protegidas en los extremos del corredor, al nivel de ecosistemas, especies y genes. Considerando lo anterior, el Área del Proyecto no es un corredor biológico, ya que no se encuentra entre dos áreas naturales protegidas.
14. Deben mantenerse y protegerse las áreas de vegetación que permitan la recarga de acuíferos.	El Proyecto se llevará a cabo en una superficie de <b>255.4 ha</b> de las cuáles <b>205.89 ha</b> serán de afectación permanente y <b>4.16 ha</b> de afectación temporal y <b>45.35 ha</b> se destinarán a la conservación. Cabe destacar que la mayor parte del Área del Proyecto permitirá la recarga del acuíferos ya que no se utilizarán elementos impermeables. La superficie impermeable será únicamente en aproximadamente <b>2.02 ha</b> en donde se construirá el edificio, almacén, bodega, el camino de acceso y los dos carriles de aceleración y desaceleración.
16. No se permite el pastoreo en áreas de corte forestal que se encuentren en regeneración.	No aplica ya que el Proyecto consiste en la construcción y operación de un parque solar fotovoltaico.

Criterio	Forma de cumplimiento
<b>Conservación</b>	
1. Los proyectos de desarrollo deben considerar técnicas que disminuyan la pérdida de la cobertura vegetal y de la biodiversidad.	<p>El Proyecto contempla las siguientes actividades para evitar la pérdida de la cobertura vegetal y la biodiversidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Se contempla un programa de rescate y reubicación de las cuatro especies vegetales que se registran en el Área del Proyecto y que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</li> <li>- En las áreas de afectación temporal y en donde sea factible para asegurar la circulación segura de los vehículos, se conservarán los árboles de mayor tamaño y tocones de especies de importancia para la entomofauna, tales como el Tzitzilche (<i>Gymnopodium floribundum</i>) o el Tzalam (<i>Lysiloma latisiliquum</i>), que además son especies de rápido crecimiento y relevantes para la sucesión secundaria (Jiménez, <i>et al.</i> 2010<sup>1</sup>), para facilitar la restauración posterior del área.</li> <li>-Se llevara a cabo la restauración y monitoreo de las áreas de afectación temporal con especies características de la selva mediana subcaducifolia.</li> <li>--Se llevará a cabo el manejo del derecho de vía de la línea de transmisión, de la siguiente forma: en el área de desplante de las torres y en la brecha de maniobra y patrullaje se llevará a cabo el desmonte a matarasa, en el resto del derecho de vía se dejará crecer la vegetación a una altura que no interfiera con el cableado</li> <li>-Se destinará un área de conservación de <b>45.35 ha</b> en el Área del Proyecto</li> </ul>
2. Prevenir la erosión inducida por las actividades antropogénicas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se llevara a cabo la restauración y monitoreo de las áreas de afectación temporal con especies características de la selva mediana subcaducifolia, esto contribuirá a minimizar la erosión del suelo.</li> <li>-Se realizará un desmonte paulatino al avance de la obra, a fin de no exponer el suelo desmontado por tiempo innecesario.</li> <li>-Una vez terminada la etapa de construcción se inducirá el crecimiento de la vegetación herbácea y arbustiva en los bordes de las vialidades internas a fin de minimizar la pérdida de suelo por erosión.</li> <li>-Adicionalmente, el diseño del Proyecto no confinará el suelo, ya que se mantendrá el suelo natural y vegetación herbácea debajo de los paneles solares y se podaran si estos sobrepasan un metro de altura.</li> </ul>
3. Controlar y/o restringir el uso de especies exóticas	El Proyecto no contempla la introducción de especies exóticas.

<sup>1</sup> Jiménez, O., Durán, R., Dupuy, J., y J. González-Iturbe, 2010. Uso de Suelo y Vegetación secundaria. En: Durán García, Rafael y Martha Méndez González (ed.). 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, Conabio, Seduma. Mérida, Yuc. 496 p.

Criterio	Forma de cumplimiento
<p>4. En el desarrollo de proyectos, se debe proteger los ecosistemas excepcionales tales como selvas, ciénagas, esteros, dunas costeras entre otros; así como las poblaciones de flora y fauna endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, que se localicen dentro del área de estos proyectos.</p>	<p>El Proyecto se llevará a cabo en una superficie de <b>255.4 ha</b> de las cuáles <b>205.89 ha</b> serán de afectación permanente y <b>4.16 ha</b> de afectación temporal y <b>45.35 ha</b> se destinarán a la conservación.</p> <p>El Proyecto requiere hacer el desmonte de selva mediana subcaducifolia secundaria arbórea de acuerdo al plano de usos del suelo y vegetación , serie V de INEGI. Se contempla las siguientes acciones para mitigar y compensar la superficie afectada:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Se realizará la aportación al Fondo Forestal Mexicano (FFM) que se indica en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento. Lo anterior en el entendido que la instancia responsable de la aplicación de los recursos aportados (CONAFOR) los canalizara a medidas de restauración de ecosistemas forestales.</li> <li>-Se delimitarán previamente las áreas en donde se llevarán a cabo las obras de desmonte y despalme. Por ningún motivo se realizarán estas actividades fuera de las áreas delimitadas</li> <li>-Se contempla un programa de rescate y reubicación de las cuatro especies vegetales que se registran en el Área del Proyecto y que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</li> <li>--En las áreas de afectación temporal y en donde sea factible para asegurar la circulación segura de los vehículos, se conservarán los árboles de mayor tamaño y tocones de Tzitzilche (<i>G. floribundum</i>) y Tzalam (<i>L. latisiliquum</i>) para facilitar la restauración posterior del área.</li> <li>-Se llevara a cabo la restauración y monitoreo de las áreas de afectación temporal con especies características de la selva mediana subcaducifolia.</li> <li>-Se llevará a cabo el manejo del derecho de vía de la línea de transmisión, de la siguiente forma: en el área de desplante de las torres y en la brecha de maniobra y patrullaje se llevará a cabo el desmonte a matarasa, en el resto del derecho de vía se dejará crecer la vegetación a una altura que no interfiera con el cableado</li> <li>-Se destinará un área de conservación de <b>45.35 ha</b> en el Área del Proyecto, donde se encuentra incluido una oquedad.</li> </ul>
<p>6. Los proyectos turísticos deben de contar con estudios de capacidad de carga.</p>	<p>El Proyecto no contempla una actividad turística o ecoturismo sin en cambio por su actividad en materia energética contempla un Plan de Manejo de Residuos que se guira en las estipulaciones por la autoridad ambiental correspondiente.</p>
<p>7. Se debe establecer programas de manejo y de disposición de residuos sólidos y líquidos en las áreas destinadas al ecoturismo.</p>	
<p>8. No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa, zona federal marítimo terrestre, zonas inundables y áreas marinas.</p>	<p>El Proyecto no contempla realizar rellenos sobre vegetación nativa, zona federal marítimo terrestre, zonas inundables ni áreas marinas.</p>
<p>9. Las vías de comunicación deben contar con drenajes suficientes que permitan el libre flujo de agua, evitando su represamiento.</p>	<p>El Proyecto contempla un camino de acceso y vialidades internas, que consideran en su diseño el libre flujo del agua.</p>

Criterio	Forma de cumplimiento
10. El sistema de drenaje de las vías de comunicación debe sujetarse a mantenimiento periódico para evitar su obstrucción y mal funcionamiento.	El Proyecto contempla el mantenimiento periodico para garantizar el libre flujo del agua.
13. Los proyectos de desarrollo deben identificar y conservar los ecosistemas cuyos servicios ambientales son de relevancia para la región.	<p>El Proyecto se llevará a cabo en una superficie de <b>255.4 ha</b> de las cuáles <b>205.89 ha</b> serán de afectación permanente y <b>4.16 ha</b> de afectación temporal y <b>45.35 ha</b> se destinarán a la conservación. .</p> <p>El Proyecto requiere hacer el desmonte de <b>210.05 ha</b> de selva mediana subcaducifolia secundaria arbórea de acuerdo al plano de usos del suelo y vegetación , serie V de INEGI. Se contempla las siguientes acciones para mitigar y compensar la superficie afectada:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Se realizará la aportación al Fondo Forestal Mexicano (FFM) que se indica en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento. Lo anterior en el entendido que la instancia responsable de la aplicación de los recursos aportados (CONAFOR) los canalizara a medidas de restauración de ecosistemas forestales.</li> <li>-Se delimitarán previamente las áreas en donde se llevarán a cabo las obras de desmonte y despalme. Por ningún motivo se realizarán estas actividades fuera de las áreas delimitadas</li> <li>-Se contempla un programa de rescate y reubicación de las cuatro especies vegetales que se registran en el Área del Proyecto y que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</li> <li>-En las áreas de afectación temporal y en donde sea factible para asegurar la circulación segura de los vehículos, se conservarán los árboles de mayor tamaño y tocones de Tzitzilche (<i>Gymnopodium floribundum</i>) y Tsalam (<i>Lysiloma latisilquum</i>) para facilitar la restauración posterior del área.</li> <li>-Se llevara a cabo la restauración y monitoreo de las áreas de afectación temporal con especies características de la selva mediana subcaducifolia.</li> <li>-Se destinará un área de conservación de <b>45.35 ha</b> en el Área del Proyecto</li> </ul>
<b>Aprovechamiento</b>	
1 Mantener las fertilidades de los suelos mediante técnicas de conservación y/o agroecológicas.	El Proyecto contempla la recuperación parcial del suelo fértil, para ser reutilizado en la restauración de las áreas de afectación temporal. Durante su almacenamiento temporal se garantizará su integridad.
2. Considerar prácticas y técnicas para la prevención de incendios.	<p>Por ningún motivo se quemarán los residuos sólidos incluyendo los residuos vegetales producto del desmonte, sólidos y/o peligrosos, como cartón, mecate, embalajes, estopas, guantes, trapos, etc. y materiales impregnados con grasa, solventes y/o aceites generados; los mismos serán manejados conforme a la normatividad vigente.</p> <p>Durante la Operación y Mantenimiento el Proyecto contempla un sistema de contraincendios.</p>



Criterio	Forma de cumplimiento
3. Reducir la utilización de agroquímicos en los sistemas de producción, favoreciendo técnicas ecológicas y de control biológico.	Durante la etapa de Operación y Mantenimiento se controlará el crecimiento de la vegetación al interior del Área del Proyecto, específicamente en el área de los paneles, para ello no se utilizarán químicos, se utilizarán técnicas ecológicas y de control biológico.
4. Impulsar el control integrado para el manejo de plagas y enfermedades.	
5. Promover el uso de especies productivas nativas que sean adecuadas para los suelos, considerando su potencial.	En la restauración de las áreas de afectación temporal se utilizarán entre otras especies el <i>Gymnopodium floribundum</i> (Tzitzilché), <i>Bursera simaruba</i> (Chaká), <i>Lysiloma latisilquum</i> (Tsalam) especies relevante para la producción de miel.
7 Permitir el ecoturismo de baja densidad en las modalidades de contemplación y senderismo.	El Proyecto solo contempla restauración con el fin de mitigar lo efectos de los impactos esperados, pero no contempla actividades de ecoturismo.
9. El desarrollo de infraestructura turística debe considerar la capacidad de carga de los sistemas, incluyendo las posibilidades reales de abastecimiento de agua potable, tratamiento de aguas residuales, manejo de residuos sólidos y ahorro de energía.	El Proyecto no es un desarrollo de infraestructura turística, es de infraestructura eléctrica; Sin en cambio contempla medidas de para el aprovechamiento responsable del agua potable, del tratamiento de aguas residuales, del manejo de residuos solidos y de ahorro de energía.
11 Promover la creación de corredores de vegetación entre las zonas urbanas e industriales	El Proyecto contempla la restauración de las áreas de afectación temporal y se utilizarán especies características de la selva mediana subcaducifolia como por ejemplo: <i>Acacia pennatula</i> , <i>Alvaradoa amorphoides</i> , <i>Bauhinia divaricata</i> , <i>Bunchosia swartziana</i> , <i>Caesalpinia gaumeri</i> , <i>Erythrina standleyana</i> , <i>Havardia albicans</i> , <i>Lysiloma latisilquum</i> , <i>Mosannonna depressa</i> , <i>Neea choriophylla</i> , <i>Piscidia piscipula</i> , <i>Senegalia gaumeri</i> , <i>Thouinia paucidentata</i> , <i>Jatropha gaumeri</i> , <i>Jatropha curcas</i> y <i>Cochlospermum vitifolium</i> .: <i>Bursera simaruba</i> , <i>Spondias mombin</i> y <i>Gymnopodium floribundum</i> .
12 Utilizar materiales naturales de la región en la construcción de instalaciones ecoturísticas.	El Proyecto no pertenece al sector de ecoturismo, sin en cambio los materiales a emplear en su contrucción pertenecieran de distribuidores autorizados.
13. En áreas agrícolas productivas debe promoverse la rotación de cultivos.	El Proyecto no contempla actividades agrícolas dentro del área.
14 En áreas productivas para la agricultura deben de integrarse los sistemas agroforestales y/o agrosilvícolas, con diversificación de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas.	El Proyecto no contempla actividades agrícolas dentro del área.
15. No se permite la ganadería semi-extensiva y la existente debe transformarse a ganadería estabulada o intensiva.	El Proyecto no contempla actividades de ganadería dentro del área.
16. Restringir el crecimiento de la frontera agropecuaria en zonas de aptitud forestal o ANP's.	El Proyecto no contempla actividades agropecuarias dentro del área.

Criterio	Forma de cumplimiento
<b>Restauración</b>	
1. Recuperar las tierras no productivas y degradadas.	El Proyecto contempla la restauración de las áreas de afectación temporal y se utilizarán especies características de la selva mediana subcaducifolia como por ejemplo: <i>Acacia pennatula</i> , <i>Alvaradoa amorphoides</i> , <i>Bauhinia divaricata</i> , <i>Bunchosia swartziana</i> , <i>Caesalpinia gaumeri</i> , <i>Erythrina standleyana</i> , <i>Havardia albicans</i> , <i>Lysiloma latisiliquum</i> , <i>Mosannonna depressa</i> , <i>Neea choriophylla</i> , <i>Piscidia piscipula</i> , <i>Senegalia gaumeri</i> , <i>Thouinia paucidentata</i> , <i>Jatropha gaumeri</i> , <i>Jatropha curcas</i> y <i>Cochlospermum vitifolium</i> .: <i>Bursera simaruba</i> , <i>Spondias mombin</i> y <i>Gymnopodium floribundum</i> .
5. Recuperar la cobertura vegetal en zonas con proceso de erosión y perturbadas.	
6. Promover la recuperación de poblaciones silvestres.	El Proyecto contempla un programa de rescate de flora y fauna en el Área del Proyecto. Se llevará a cabo un monitoreo para el seguimiento de este programa.
8. Promover la restauración del área sujeta a aprovechamiento turístico.	No aplica ya que el Proyecto consiste en la construcción y operación de un parque solar fotovoltaico.
9. Restablecer y proteger los flujos naturales de agua	El Proyecto considera establecer obras de drenaje para garantizar el flujo del agua dentro de sus instalaciones.

### **III.3. PROGRAMAS ESTATALES Y MUNICIPALES**

#### **III.3.1. PLAN ESTATAL DE DESARROLLO 2012-2018**

El Plan Estatal de Desarrollo es el instrumento rector del estado, en el que se establecen cinco ejes de intervención pública: Yucatán competitivo, Yucatán incluyente, Yucatán con educación de calidad, Yucatán con crecimiento ordenado y Yucatán seguro

El Proyecto se vincula con el eje IV Yucatán con crecimiento ordenado, específicamente con el objetivo *Incrementar la cobertura de infraestructura básica en el estado*, para lo cual se plantea como una de sus estrategias es *Promover sistemas de tecnología alternativa que mejor se adapten a las condiciones de la región*.

El Proyecto contribuye al cumplimiento de este objetivo ya que al ser un parque solar fotovoltaico, que aprovechara la radiación solar de la región para generar 70 MW.

#### **III.3.2. PROGRAMA SECTORIAL DE INFRAESTRUCTURA DEL ESTADO DE YUCATÁN**

El Programa Sectorial de Infraestructura fue publicado en el Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán el 25 de abril de 2014. Su misión es coordinar la planeación y ejecución de infraestructura pública como detonante de la economía en el estado; generar bienestar a la población yucateca con acciones estratégicas necesarias y de calidad para el crecimiento ordenado y sustentable en el territorio, a través de la implementación de programas enfocados a la construcción de infraestructura para el desarrollo del estado, vivienda y apego a la normatividad en materia ambiental y urbana.

El Programa Sectorial de Infraestructura para el Desarrollo Sustentable se vincula con el Plan Estatal de Desarrollo 2012-2018, específicamente en el *Eje 4 Yucatán con Crecimiento Ordenado*, y establece como temas estratégicos que habría de atender, los siguientes: Infraestructura Portuaria, Conectividad Terrestre, Industria de la construcción, Conectividad Digital, Infraestructura Básica, Rezago Habitacional, Desarrollo Urbano y Metropolitano, Sistemas de Transporte, Infraestructura para el Desarrollo Sustentable, y Energías alternativas.

Con lo que respecta al tema de Energías alternativas, el objetivo principal es incrementar la producción de energía alternativa en el estado y para lograrlo se contemplan las siguientes estrategias:

*Promover la colaboración entre el sector público y privado para crear sinergias  
Construir infraestructura para la producción de energía con fuentes alternativas.*

El Proyecto contribuye a cumplir con las estrategias establecidas en este programa al ser una infraestructura de energía solar fotovoltaica.

### **III.3.3. PROGRAMA ESPECIAL DE ACCIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE YUCATÁN**

El Programa fue publicado en el Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán el 26 de abril de 2014. Aborda la acción frente al cambio climático uno de los objetivos principales es :

*Lograr un desarrollo bajo en emisiones de gases de efecto invernadero, conservando el potencial de sumidero de carbono de las áreas naturales del Estado de Yucatán.*

Una de las estrategias planteadas para reducir las emisiones es: *Reducir las emisiones de GEI asociadas a la electricidad producida en el estado de Yucatán* y como una de las líneas de acción es *Impulsar la energía solar fotovoltaica.*

El Proyecto contribuye a cumplir con uno de los principales objetivos de este programa ya que consiste en un parque solar el cual al emplear tecnología fotovoltaica evitara que el consumo de energía proveniente de fuentes de carbono se emplean para la transformación en energía limpia.

### **III.3.4. PLAN DE DESARROLLO DEL MUNICIPIO DE VALLADOLID 2015-2018**

Es el instrumento rector de las políticas públicas que el H. Ayuntamiento aplica durante este mandato constitucional para impulsar el desarrollo sustentable y consolidar la gobernabilidad democrática.

El Plan de Desarrollo Municipal tiene como propósitos fundamentales la promoción del desarrollo y la diversificación productiva, la generación de empleos bien remunerados, el impulso a la recuperación de espacios de participación social, la ampliación de la infraestructura para el desarrollo integral, la eficiencia y eficacia en el manejo de los recursos públicos, la ampliación y dotación óptima de los servicios públicos, así como mejorar e incrementar las condiciones de bienestar y vida de todos. De estos propósitos fundamentales se desprenden los siguientes cinco ejes rectores:

- Valladolid con Seguridad y Confianza
- Valladolid de Tejido Social Incluyente
- Valladolid Fortaleza de Educación
- Valladolid con Denominación de Origen
- Valladolid con Plan de Crecimiento

El Proyecto es acorde con el Plan de Desarrollo Municipal al contribuir a la diversificación productiva, la ampliación de la infraestructura eléctrica y a la generación de empleos.

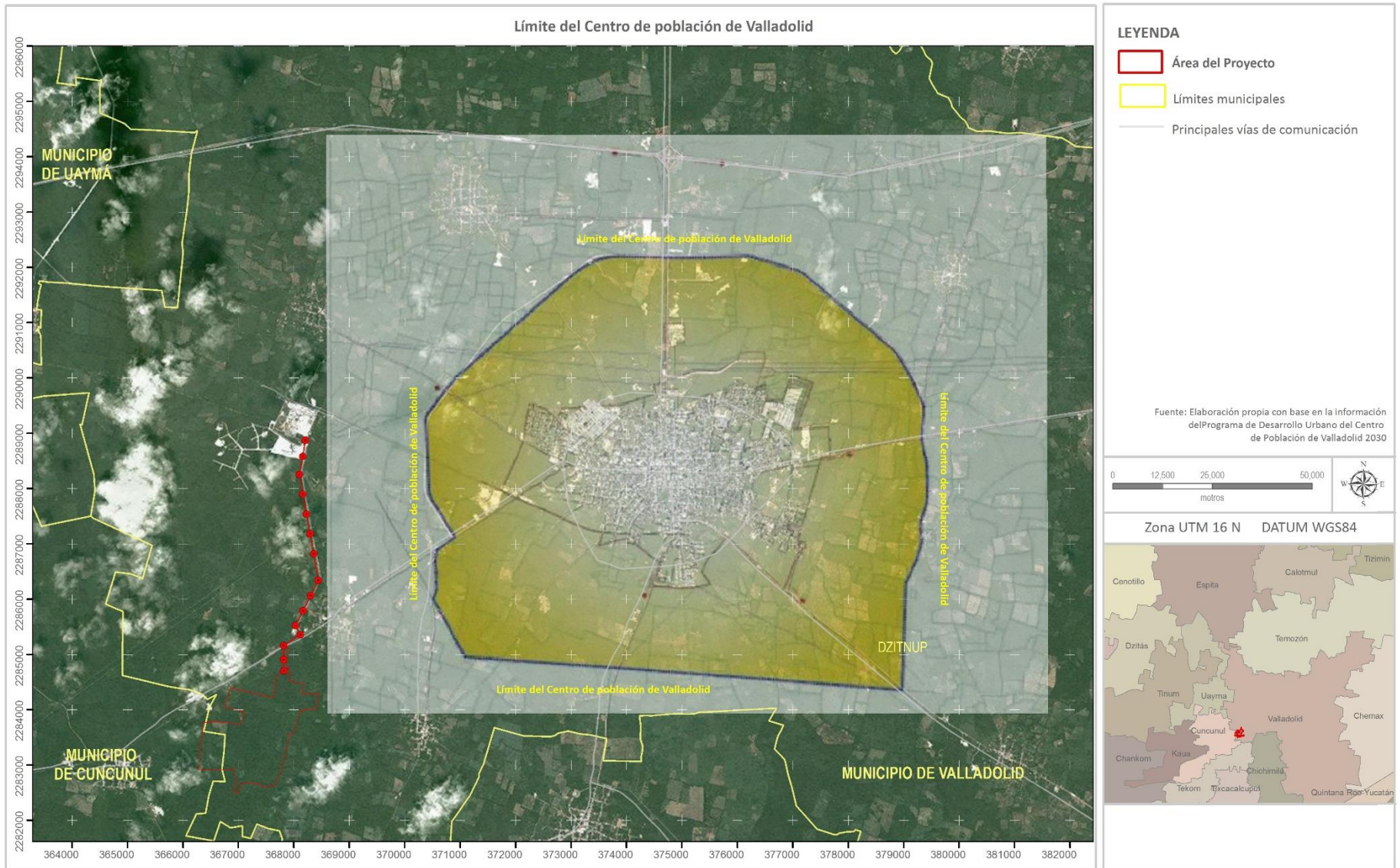
### **III.3.5. PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DE POBLACIÓN DE VALLADOLID 2030**

El Centro de Población de Valladolid: La superficie que integra el polígono del centro de población de Valladolid es de 5,864.09 ha, las cuales integran en ámbito espacial que rodea a la localidad, con sus elementos más importantes como zona urbana, industrial, áreas naturales y de producción rural.

Al poniente, norte y oriente, el límite de la poligonal está definido por el trazo de la vialidad regional del Periférico. El Sur de la poligonal está delimitado por el trazo de unas líneas de alta tensión que atraviesan la zona de oriente a poniente, y en su intersección con el camino a Kanxoc (extremo suroriente) sigue una línea hacia el norte, respetando en lo posible el límite de parcelas hasta su intersección con el periférico y la carretera libre a Cancún en el extremo suroriente.

Esta definición del polígono responde a los requerimientos de incorporación de suelo para el futuro desarrollo urbano de la localidad, a las necesidades de zonas de desarrollo económico, impulso a las actividades primarias y secundarias; aprovechamiento de los recursos naturales y turísticos; planeación del espacios a fin de evitar la especulación y la destrucción del entorno natural; y la procuración de un mejoramiento en los niveles de bienestar de la población actual y futura.

La normatividad establecida en este Programa será aplicable dentro del polígono antes descrito. Al respecto cabe destacar que el Proyecto se localiza fuera de este polígono, como se observa en la Figura III.3.



**Figura III.3. Polígono del Centro de Población de Valladolid.**

## **III.4. MARCO NORMATIVO**

### **III.4.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS**

El Proyecto es acorde con la aprobación de la Reforma Constitucional en materia de energía el 20 de diciembre de 2013 y las Leyes Secundarias el 11 de agosto de 2014 (LIE), se define la nueva estructura del sector eléctrico, que introduce la posibilidad por los productores independientes (Privados) de acceder al mercado de la energía, con contratos privados con los consumidores (por ejemplo grandes empresas con altos consumos de energía) o con la venta de energía con contratos de largo plazo para los servicios básicos.

En el caso del suministro básico, la CFE y CENACE podrán realizar este tipo de contratos pero empleando un esquema de subastas, con el fin de asegurar las mejores condiciones técnico-financieras de dicha adquisición.

El proyecto resultó ganador, en la primera subasta de energía de largo plazo promovida por el CENACE y por la SENER en marzo de 2016 y podrá vender los megawatts-hora producidos y certificados de energía limpia al suministrador básico (CFE). Por esta razón, es de interés nacional que se lleve a cabo.

### **III.4.2. LEYES Y REGLAMENTOS**

#### **III.4.2.1. LEY PARA EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES Y FINANCIAMIENTO DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA (LAERFTE)**

Establece el marco regulatorio específico para la generación de energía eléctrica con fuentes alternativas de energía. En su Artículo 21 establece lo siguiente:

*“Los proyectos de generación de electricidad a partir de energías renovables con una capacidad mayor de 2.5 Megawatts, procurarán:*

*I. Asegurar la participación de las comunidades locales y regionales, mediante reuniones y consultas públicas convocadas por las autoridades municipales, ejidales o comunales; en dichas reuniones deberán convenir la participación de los proyectos en el desarrollo social de la comunidad;*

*II. Según se convenga en el contrato respectivo, pagar el arrendamiento a los propietarios de los predios o terrenos ocupados por el proyecto de energía renovable; la periodicidad de los pagos podrá ser convenida con los interesados, pero en ningún caso será inferior a dos veces por año;*

*III. Promover el desarrollo social en la comunidad, en la que se ejecuten los proyectos de generación con energías renovables, conforme a las mejores prácticas internacionales y atender a la normatividad aplicable en materia de desarrollo rural sustentable, protección del medio ambiente y derechos agrarios.”*

El Proyecto dará cumplimiento con lo establecido en este artículo y se está asegurando la participación de todos los ejidatarios, así como también se llevará a cabo el contrato conforme lo establece la legislación aplicable.

### III.4.2.2. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE Y SU REGLAMENTO EN MATERIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

En el Artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y el Artículo 5º inciso K) del Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), se señala que:

*“La construcción y operación de obras de transmisión y subtransmisión eléctrica, obras de transmisión y subtransmisión eléctrica, y plantas de cogeneración y autoabastecimiento de energía eléctrica mayores a 3 MW, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental”*

Y en el Artículo 5º inciso O) del Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA):

I. *Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables;*

II. *Cambio de uso del suelo de áreas forestales a cualquier otro uso, con excepción de las actividades agropecuarias de autoconsumo familiar, que se realicen en predios con pendientes inferiores al cinco por ciento, cuando no impliquen la agregación ni el desmonte de más del veinte por ciento de la superficie total y ésta no rebase 2 hectáreas en zonas templadas y 5 en zonas áridas.*

Para la obtención de la autorización a que se refiere el artículo 28 de la LGEEPA, el Artículo 5º del REIA establece que se debe 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.

Aunado a esto en el artículo 11, fracción III del REIA, establece que se presentara en su modalidad regional la manifestación de impacto ambiental cuando este en el supuesto:

*“III. Un conjunto de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada.”*

Siendo en cumplimiento en lo establecido en la LGEEPA y el REIA se desarrolla el presente documento en su modalidad regional para el Proyecto en cuestión.



### III.4.2.3. LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE Y SU REGLAMENTO

En su Artículo 117 se establece que *“la Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los Estudios Técnicos Justificativos (ETJ) 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”*.

El Artículo 120 del Reglamento indica que *“para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, se deberá solicitar mediante el formato que expida la Secretaría; junto con la solicitud deberá presentarse un Estudio Técnico Justificativo (ETJ)”*.

El Proyecto requiere de la remoción de la vegetación forestal en las superficies que se describen en esta Manifestación de Impacto Ambiental, por lo que en cumplimiento a lo establecido en la LGDFS y su reglamento se elaborará el Estudio Técnico Justificativo para la solicitud de cambio de uso de suelo en terrenos forestales de las áreas requeridas para la construcción y operación del Proyecto, el cual será presentada para evaluación y aprobación ante la Secretaría.

### III.4.2.4. LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE

La Ley General de Vida Silvestre en su Artículo 56, establece que la *“La Secretaría identificará a través de listas, las especies o poblaciones en riesgo, de conformidad con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana correspondiente, señalando el nombre científico y, en su caso, el nombre común más utilizado de las especies; la información relativa a las poblaciones, tendencias y factores de riesgo; la justificación técnica-científica de la propuesta; y la metodología empleada para obtener la información, para lo cual se tomará en consideración, en su caso, la información presentada por el Consejo...”*

En el Artículo 60 se establece lo siguiente *“La Secretaría promoverá e impulsará la conservación y protección de las especies y poblaciones en riesgo, por medio del desarrollo de proyectos de conservación y recuperación, el establecimiento de medidas especiales de manejo y conservación de hábitat críticos y de áreas de refugio para proteger especies acuáticas, la coordinación de programas de muestreo y seguimiento permanente, así como de certificación del aprovechamiento sustentable, con la participación en su caso de las personas que manejen dichas especies o poblaciones y demás involucrados...”*

En atención a lo dispuesto en esta normatividad, previo a la construcción del Proyecto se realizarán actividades para prevenir y/o mitigar los impactos a la flora y fauna como es el rescate y reubicación de especies con alguna categoría de protección establecida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

### III.4.2.5. LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS Y SU REGLAMENTO

La Ley establece las disposiciones que deberá cumplirse en la generación y manejo de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligroso. Como se indica a continuación:

Artículo 18. “Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria... ”;

Artículo 19. “Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación...”

VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;

Artículo 22. “Las personas que generen o manejen residuos y que requieran determinar si éstos son peligrosos, conforme a lo previsto en este ordenamiento, deberán remitirse a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que los clasifican como tales”.

En el Reglamento estipula del Artículo 12 que “Las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría para la clasificación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que estarán sujetos a planes de manejo...” de igual manera en el Artículo 40 dice que “La mezcla de suelos con residuos peligrosos listados será considerada como residuo peligroso, y se manejará como tal cuando se transfiera”.

El Proyecto no generará un volumen significativo de residuos, sin embargo, en todo momento se dará un manejo adecuado a los mismos en cumplimiento de las disposiciones aplicables a nivel federal, estatal y municipal, por lo cual se sujetará a las disposiciones de los artículos mencionados para el manejo de los residuos realizando un Plan de Manejo Integral de Residuos (ver Tabla III.7).

**Tabla III.7. Vinculación del Proyecto con los artículos aplicables de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.**

Artículo	Vinculación con el Proyecto
46. En sus incisos I al IX respecto a la identificación, clasificación, manejo, etiquetado, almacenamiento, transporte, etc.	El Proyecto dará cumplimiento con base en la normatividad de los residuos peligrosos que genere en sus diferentes etapas. Los residuos peligrosos que generará el Proyecto serán manejados de acuerdo con su compatibilidad y de acuerdo con el Plan de Manejo de Residuos, que se elaborará e implementará y que incluirá: Identificación, Clasificación, Separación, Almacenamiento y Valoración de los Residuos y Sustancias.

### III.4.2.6. LEY DE AGUAS NACIONALES Y SU REGLAMENTO

Esta Ley es aplicable a todas las aguas nacionales, sean superficiales o del subsuelo. Y son aplicables a los bienes nacionales.

En el caso de la prevención y control de la contaminación del agua se establece en el Artículo 85 que:

*“...Las personas físicas o morales, incluyendo las dependencias, organismos y entidades de los tres órdenes de gobierno, que exploten, usen o aprovechen aguas nacionales en cualquier uso o actividad, serán responsables en los términos de Ley de:*

*a. Realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y, en su caso, para reintegrar las aguas referidas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su explotación, uso o aprovechamiento posterior, y*

*b. Mantener el equilibrio de los ecosistemas vitales. “*

Así mismo señala en el Artículo 119 que para daños ocasionados *“La Autoridad del Agua-sancionará conforme a lo previsto por esta Ley, las siguientes faltas:”*

*I. Descargar en forma permanente, intermitente o fortuita aguas residuales en contravención a lo dispuesto en la presente Ley en cuerpos receptores que sean bienes nacionales, incluyendo aguas marinas, así como cuando se infiltren en terrenos que sean bienes nacionales o en otros terrenos cuando puedan contaminar el subsuelo o el acuífero...*

*XIV. Arrojar o depositar cualquier contaminante, en contravención a las disposiciones legales, en ríos, cauces, vasos, lagos, lagunas, esteros, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, o infiltrar materiales y sustancias que contaminen las aguas del subsuelo...*

*XVII. Ocasionar daños ambientales considerables o que generen desequilibrios, en materia de recursos hídricos de conformidad con las disposiciones en la materia;*

*XVIII. Desperdiciar el agua en contravención a lo dispuesto en la Ley y sus reglamentos.”*

En el Artículo 156 del Reglamento señala que *“Con el objeto de apoyar la prevención y control de la contaminación del agua, La Comisión podrá:”*

*II. Fomentar que las asociaciones, colegios de profesionistas y cámaras de la industria y el comercio, así como otros organismos afines, orienten a sus miembros sobre el uso de métodos y tecnologías que reduzcan la contaminación del agua y aseguren su aprovechamiento racional...”*

El Proyecto requerirá agua durante la etapa de construcción, la cual se obtendrá de pipas que abastecieran dicha necesidad y no realizará ninguna descarga de aguas residuales en cuerpos considerados como bienes nacionales ni suelo. Y contempla prevenir infiltraciones que pudieran contaminar el subsuelo.

### III.4.2.7. LEY FEDERAL DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL

Esta Ley fue publicada en el DOF el 07-06-2013 y 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.

En el Artículo 10 de la Ley se establece que: *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. De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.*

En el Artículo 12 señala que *Será objetiva la responsabilidad ambiental, cuando los daños ocasionados al ambiente devengan directa o indirectamente de:*

*I. Cualquier acción u omisión relacionada con materiales o residuos peligrosos;*

En el Artículo 13 se establece que *La reparación de los daños ocasionados al ambiente consistirá en restituir a su Estado Base los hábitat, los ecosistemas, los elementos y recursos naturales, sus condiciones químicas, físicas o biológicas y las relaciones de interacción que se dan entre estos, así como los servicios ambientales que proporcionan, mediante la restauración, restablecimiento, tratamiento, recuperación o remediación. La reparación deberá llevarse a cabo en el lugar en el que fue producido el daño.*

El Proyecto contempla el cumplimiento de las normas oficiales y en el caso excepcional que se presente un daño ambiental se procederá a su reparación en los términos que marca la ley.

### III.4.2.8. REGLAMENTO PARA EL APROVECHAMIENTO DE DERECHO DE VÍA DE LAS CARRETERAS FEDERALES Y ZONAS ALEDAÑAS

El Reglamento fue publicado en el DOF el 5 de febrero de 1992 y la última reforma publicada DOF 8 de agosto de 2000. En la siguiente tabla se presenta la vinculación con el Proyecto.

**Tabla III.8. Vinculación del Proyecto con el Reglamento para el Aprovechamiento de Derecho de Vía.**

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<b>Capítulo II. De los permisos</b>	
<p><b>Artículo 5º.</b> Se requiere permiso previo otorgado por la Secretaría:</p> <p>I.- La construcción de accesos, cruzamientos, e instalaciones marginales, en el derecho de vía de las carreteras federales;</p>	<p>El Proyecto contempla la construcción de carriles de aceleración y desceleración utilizando el derecho de vía de la carretera federal 180 Mérida-Valladolid, por lo que tramitará el permiso ante la SCT.</p>
<p><b>Artículo 6º.</b> Los interesados en obtener un permiso para aprovechar el derecho de vía de las carreteras federales libres de peaje o zonas aledañas deberán</p> <p>I.- Presentar solicitud por escrito;</p> <p>II.- Cuando se trate de personas morales, acompañar copia de la escritura constitutiva;</p> <p>III.- Señalar la carretera, tramo y kilómetro en donde se llevará a cabo la obra o instalación;</p> <p>IV.- En caso de zonas aledañas al derecho de vía, presentar el documento que acredite la propiedad o posesión de la superficie o autorización para su aprovechamiento;</p> <p>V.- Presentar plano con medidas y colindancias en el que se delimite la ubicación del predio, tratándose del aprovechamiento de zonas aledañas al derecho de vía;</p> <p>VI.- Acreditar el pago de derechos; y</p> <p>VII.- Proporcionar aquellos datos específicos que marque este Reglamento.</p> <p>En caso de que falte algún requisito, la Secretaría lo comunicará por escrito al interesado en un plazo de 10 días hábiles. El interesado dispondrá de un plazo de 10 días hábiles para subsanar los requisitos faltantes, transcurrido el cual, sin que se dé cumplimiento, se tendrá por abandonada la solicitud.</p>	<p>El Promovente presentará la documentación solicitada para obtener el permiso.</p>
<p><b>Artículo 8º.-</b> El permisionario deberá cumplir con lo siguiente:</p> <p>I. Avisar al Centro SCT que corresponda, con una anticipación de diez días hábiles, el inicio de la obra, y</p> <p>II. Concluir la obra en un plazo no mayor de ciento ochenta días naturales y llevarla a cabo conforme al proyecto, planos, especificaciones y programa de obra elaborados o revisados por la Secretaría.</p> <p>La Secretaría podrá establecer en el permiso correspondiente un plazo mayor al señalado en el párrafo anterior para la conclusión de la obra, de conformidad con los estudios y proyectos presentados.</p>	<p>El Promovente antes de iniciar la construcción de los carriles de aceleración y desaceleración realizará lo establecido en este artículo.</p>
<b>Capítulo III. Accesos, Cruzamientos e Instalaciones Marginales</b>	

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<p><b>Artículo 9º.-</b> Los interesados en construir un acceso, cruzamiento o instalación marginal deberán presentar:</p> <p>I. Tratándose de obras en carreteras federales libres de peaje o zonas aledañas, además de lo establecido en el artículo 6o. de este Reglamento:</p> <p>a) Información del uso que se dará al predio objeto del acceso;</p> <p>b) Descripción de las instalaciones, calendarizando las diferentes etapas de ejecución, y</p> <p>c) El plano del proyecto con las características que señale la Secretaría.</p>	<p>El Promovente presentará la información referente al uso del predio objeto del acceso, así como la descripción de las instalaciones, calendario de trabajo y el plano con las características que señale la SCT.</p>
<p><b>Artículo 10.-</b> Para los accesos, cruzamientos e instalaciones marginales, previo a la obtención del permiso, el interesado deberá cubrir por concepto de revisión de planos y supervisión de la obra lo establecido para tal efecto en la Ley Federal de Derechos.</p>	<p>El Promovente cubrirá por concepto de revisión de planos y supervisión de la obra de acuerdo a lo establecido en la Ley Federal de Derechos.</p>
<p><b>Capítulo V-BIS Obras en el Derecho de Vía</b></p>	
<p><b>Artículo 36-A.-</b> El interesado en obtener un permiso para la construcción, modificación o ampliación de obras a que se refiere la fracción V del artículo 5o., además de cumplir con lo establecido en los artículos 6o. y 6-A de este Reglamento, deberá presentar:</p> <p>I. Tratándose del derecho de vía en carreteras federales libres de peaje o zonas aledañas, la descripción de las obras e instalaciones, calendarizando las diferentes etapas de ejecución.</p>	<p>El Promovente presentará la descripción de las obras y el calendario de actividades.</p>
<p><b>Capítulo VI. Obligaciones Generales</b></p>	
<p><b>Artículo 37.-</b> Los permisionarios están obligados a:</p> <p>I.- Responder por los daños que pudieran causar a las carreteras federales y a terceros, por defectos o vicios ocultos en las construcciones que realicen o en los trabajos de instalación, reparación y conservación;</p> <p>II.- Mantener en buen estado las obras que ejecuten, conservando la seguridad y estética de las mismas;</p> <p>III.- Permitir la práctica de las inspecciones que ordene la Secretaría y coadyuvar en su desarrollo;</p> <p>IV.- Cumplir con los ordenamientos y disposiciones legales y administrativas, federales, estatales y municipales;</p> <p>V.- Realizar exclusivamente las obras aprobadas en el permiso;</p> <p>y</p> <p>VI.- Desocupar dentro del plazo establecido por la Secretaría o cuando ésta lo solicite, el derecho de vía de que se trate sin costo alguno para ella.</p>	<p>El Promovente cumplirá con las obligaciones que se establecen en este artículo.</p>

### III.4.2.9. LEY DE PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE DEL ESTADO DE YUCATÁN Y SU REGLAMENTO

El reglamento fue publicado en el Diario Oficial del 26 de mayo de 2011 y la última reforma fue publicada el 30 de noviembre de 2015. En la Tabla III.9 se presenta la vinculación de los artículos aplicables al Proyecto.

**Tabla III.9. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley de Protección del Medio Ambiente del Estado de Yucatán.**

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<b>Capítulo V. Prevención y control de la contaminación de la atmósfera generada por fuentes fijas y móviles</b>	
<p><b>Artículo 134.</b> Las emisiones de cualquier tipo de contaminante de la atmósfera no deberán exceder los niveles máximos permitidos, por tipo de contaminante o por fuentes de contaminación, de conformidad con lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.</p>	<p>Los vehículos que serán utilizados en las actividades de preparación del sitio, construcción y operación del Proyecto serán periódicamente verificados para cumplir con las normas oficiales mexicanas: NOM-041-SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-2006.</p> <p>Se dará el mantenimiento periódico de la maquinaria y equipo. Se implementara el Programa de Vigilancia Ambiental para garantizar su cumplimiento.</p>
<p><b>Artículo 152.</b> Las emisiones de gases, partículas sólidas y líquidas a la atmósfera, emitidas por el escape de los vehículos automotores que circulen en el Estado y que utilicen gasolina, diesel biogás o gas licuado del petróleo como combustible, no deberán exceder los niveles máximos permitidos de emisiones, establecidos en las Normas Oficiales Vigentes.</p>	<p>Los vehículos que serán utilizados en las actividades de preparación del sitio, construcción y operación del Proyecto serán periódicamente verificados para cumplir con las normas oficiales mexicanas: NOM-041-SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-2006.</p> <p>Se dará el mantenimiento periódico de la maquinaria y equipo. Se implementara el Programa de Vigilancia Ambiental para garantizar su cumplimiento.</p>
<p><b>Artículo 153.</b> Para efectos de lo establecido en el artículo anterior, los propietarios o poseedores de vehículos que circulen en el Estado, deberán tomar las medidas que señale la Secretaría, para asegurar que las emisiones de éstos no rebasen los niveles máximos permitidos</p>	<p>Se dará el mantenimiento periódico de la maquinaria y equipo. Se implementara el Programa de Vigilancia Ambiental para garantizar su cumplimiento.</p>
<p><b>Artículo 155.</b> Los vehículos automotores que estén registrados en el Estado, deberán someterse obligatoriamente a verificación en las fechas que fije la Secretaría en los programas que para el efecto publicará.</p>	<p>Los vehículos que serán utilizados en las actividades de preparación del sitio, construcción y operación del Proyecto serán verificados.</p> <p>Se exigirá a los contratistas vía contrato escrito, los comprobantes de mantenimiento de la maquinaria y vehículos a utilizar en a obra, así como la verificación vehicular correspondiente.</p>

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<b>Capítulo VI. De la contaminación del agua</b>	
<b>Artículo 195.</b> Todas las descargas de aguas residuales domésticas deberán ser vertidas a fosas sépticas o algún sistema de recolección, que cuente con el tratamiento que garantice la reducción de contaminantes del agua residual.	Para controlar los residuos sanitarios durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se contratarán baños portátiles con lavabo, uno por cada venticinco trabajadores. En la operación del Proyecto se instalarán sanitarios con depósito.  En ambos casos se contratará a una empresa autorizada para el mantenimiento periódico y la disposición de los residuos lo realizará en sitios autorizados.
<b>Artículo 196.</b> Las aguas residuales domésticas tratadas mediante fosas sépticas, deberán ser vertidas a campos de absorción o irrigación, cuya profundidad esté entre tres y cuatro metros sobre el manto freático del lugar. Cuando esto no sea posible, las aguas deberán ser sometidas a algún otro método de tratamiento con eficiencia similar a los sistemas descritos.	
<b>Capítulo VIII. De la contaminación por ruido</b>	
<b>Artículo 201.</b> En el ámbito de su competencia, la Secretaría deberá requerir a los responsables de las fuentes emisoras de ruido de que le proporcionen la información respecto a la emisión de ruido contaminante, de acuerdo con las disposiciones de este reglamento.	En caso de que la Secretaría solicite información del equipo y maquinaria principal fuente de emisiones de ruido durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se proporcionará la información solicitada.
<b>Capítulo IX De la conservación, prevención y saneamiento de los suelos</b>	
<b>Artículo 207.</b> Para su conservación y aprovechamiento posterior los suelos que se produzcan con motivo de la remoción de la cubierta vegetal, serán dispuestos en los sitios que la Secretaría determine.	El Proyecto contempla almacenar temporalmente el suelo orgánico, para posteriormente utilizarlo para la restauración e inducir el crecimiento de a vegetación herbácea en el parque solar y en el derecho de vía de la línea de transmisión.
<b>Capítulo X. De las áreas verdes</b>	
<b>Artículo 209.</b> En los proyectos para la realización de obras en el territorio del Estado, se deberá contemplar el establecimiento de las áreas verdes, cuyo objeto será el de cumplir con la función de generar oxígeno, mantener el clima de la zona y compensar la afectación del área por el desarrollo de la obra o actividad.	El Proyecto se llevará a cabo en una superficie de <b>255.4 ha</b> de las cuáles <b>205.89 ha</b> serán de afectación permanente y <b>4.16 ha</b> de afectación temporal y <b>45.35 ha</b> se destinarán a la conservación.
<b>Artículo 210.</b> Las áreas verdes serán establecidas por la Secretaría y se fijarán de acuerdo a la proporción de la zona afectada o por afectar, por el desarrollo de obras o actividades, y deberán de ser de, al menos, el 15 por ciento de la extensión total de la zona, o en su caso, se observará lo establecido en los ordenamientos específicos que establezcan porcentajes para dichas superficies.	El Proyecto se llevará a cabo en una superficie de <b>255.4 ha</b> de las cuáles <b>205.89 ha</b> serán de afectación permanente y <b>4.16 ha</b> de afectación temporal y <b>45.35 ha</b> se destinarán a la conservación que representan el el <b>17.75%</b> de la superficie total requerida.
<b>Artículo 211.</b> El establecimiento de las áreas verdes es independiente y adicional a otras superficies establecidas en los diversos ordenamientos de desarrollo urbano.  En el riego de áreas verdes, se utilizará únicamente agua pluvial capturada o aguas grises o negras para su reciclaje que cumplan con la NOM-033-SEMARNAT-2015.	En el mantenimiento de las áreas verdes se utilizarán especies características de la selva mediana subcaducifolia, para minimizar el riego. Se utilizará únicamente agua tratada en caso de llegar a hacer riegos.



### III.4.2.10 LEY PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS PARA EL ESTADO DE YUCATÁN Y SU REGLAMENTO

Este reglamento fue publicado en el Diario Oficial del Estado de Yucatán, el lunes 06 de agosto de 2012, la última reforma fue publicada el 25 de abril del 2014. De acuerdo al Artículo 6 de esta ley, se consideran como residuos de manejo especial entre otros los siguientes:

- a) Residuos de las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen para este fin, así como los productos derivados de la descomposición de las rocas, excluidos de la competencia federal conforme a las fracciones IV y V del artículo 5 de la Ley Minera
- c) Residuos generados por las actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en esas actividades;
- g) Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;

Considerando lo anterior el Proyecto será generador de residuos de manejo especial y por lo tanto cumplirá con los artículos de la Ley y su Reglamento como a continuación se indica en la Tabla III.10.

**Tabla III.10. Vinculación del Proyecto la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos para el Estado de Yucatán y su Reglamento.**

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<b>Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos para el Estado de Yucatán</b>	
<p><b>Artículo 27.-</b> Son obligaciones de los Generadores de residuos sólidos y de manejo especial:</p> <p>I. Separar y almacenar los residuos de acuerdo a la normatividad aplicable;</p> <p>II. Adoptar la cultura de la reutilización, reducción y reciclaje de los residuos;</p> <p>III. Aplicar las disposiciones específicas, criterios, normas y recomendaciones técnicas para el manejo integral de los residuos sólidos y de manejo especial;</p> <p>IV. Denunciar ante las autoridades competentes las infracciones contra la normatividad en materia residuos;</p> <p>V. Observar los planes y programas de manejo que se establezcan;</p> <p>VI. Establecer medidas de minimización, aplicables desde el punto de origen de la generación, y</p> <p>VII. Las demás que establezcan las normas oficiales mexicanas y las normas técnicas ambientales aplicables</p>	<p>Con base en la clasificación de los residuos de manejo especial que considera la legislación estatal, para el proyecto se prevé la generación de a) Excedentes del despalle del terreno; b) Madera en rollo y residuos vegetales resultantes del desmonte y c) embalajes y mermas de los insumos utilizados en la construcción y operación. Durante la construcción y operación del Proyecto se llevará a cabo la clasificación de los residuos y se manejarán de acuerdo a la normatividad ambiental vigente aplicable. Se obtendrá la clave de registro ante la Secretaría.</p>

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<p><b>Artículo 28.-</b> Los generadores de residuos de manejo especial, además de las obligaciones señaladas en el artículo anterior, deberán:</p> <p>I.- Obtener autorización de la Secretaría;</p> <p>II.- Diseñar los planes de manejo de los residuos que generen y someterlos a la autorización de la Secretaría;</p> <p>III.- Llevar bitácoras en la que registren el volumen y tipo de residuos generados y la forma de manejo al que fueron sometidos;</p> <p>IV.- Llevar a cabo el manejo integral de sus residuos, de conformidad con las disposiciones de esta Ley;</p> <p>V.- Prevenir la contaminación de los suelos con los residuos que generen y, al cierre de operaciones, dejar libre de contaminación dichos suelos;</p> <p>VI.- Contratar a las empresas de servicio de manejo la realización de esta etapa, y</p> <p>VII.- Las demás que establezca la Secretaría, conforme a lo establecido en esta Ley y su Reglamento</p>	<p>Se contratará una empresa autorizada para el transporte y disposición final de los residuos en sitios autorizados, o se trasladarán a los centros de acopio autorizados en medios propios, en vehículos que garanticen el transporte seguro y eviten la dispersión del residuo.</p> <p>Se llevará una bitácora de control en donde se registrarán los volúmenes de residuos generados y se llevará un archivo con los comprobantes de la disposición final.</p> <p>El manejo de los residuos se hará por personal capacitado.</p> <p>Se asignará un área para el acopio temporal de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial y se tomarán medidas de prevención para evitar la contaminación del suelo.</p> <p>Una vez terminada la etapa de operación el Área del Proyecto quedará libre de todo residuo.</p>
<b>Reglamento de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos para el Estado de Yucatán</b>	
<b>Capítulo VI. De las obligaciones y prohibiciones en materia de residuos</b>	
<p><b>Artículo 40.</b> Las personas físicas o morales que se dediquen a alguna de las etapas de la gestión integral de los residuos de manejo especial, además de lo indicado en los artículos 27 y 28 de la Ley, estarán obligados a:</p> <p>I. Registrarse ante la Secretaría para obtener una Clave de Registro;</p> <p>II. Disponer los residuos en sitios autorizados por la Secretaría;</p> <p>III. Contar con las medidas de seguridad para prevenir y responder a accidentes que involucren los residuos, de conformidad con las disposiciones de las leyes ambientales, de protección civil y demás normatividad que resulte aplicable;</p> <p>IV. Contar con personal capacitado en el manejo adecuado de los residuos;</p> <p>V. Presentar informes anuales por las acciones de manejo de los residuos, y</p> <p>VI. Realizar las demás actividades previstas en la Ley, este Reglamento y demás disposiciones aplicables.</p>	<p>Se obtendrá la clave de registro ante la Secretaría.</p> <p>Se contratará una empresa autorizada para el transporte y disposición final de los residuos en sitios autorizados, o bien se transportarán los residuos por medios propios, como se ha mencionado; se llevará una bitácora de control en donde se registrarán los volúmenes de residuos generados y se llevará un archivo con los comprobantes de la disposición final.</p> <p>El manejo de los residuos se hará por personal capacitado.</p> <p>Se asignará un área para el depósito de los residuos y se tomarán medidas de prevención para evitar la contaminación.</p> <p>Una vez terminada la etapa de operación el Área del Proyecto quedará libre de todo residuo.</p>
<b>Capítulo VI. De las obligaciones y prohibiciones en materia de residuos</b>	
<p><b>Artículo 42.</b> Las personas físicas y morales generadoras de residuos deberán clasificar los mismos de acuerdo a los planes y programas que emitan las autoridades municipales, estatales y federales.</p>	<p>Durante la construcción y operación del Proyecto se llevará a cabo la clasificación de los residuos y se manejarán de acuerdo a la normatividad ambiental vigente aplicable.</p>

### III.4.2.11. REGLAMENTO DE LA LEY DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL ESTADO DE YUCATÁN EN MATERIA DE CENOTES, CUEVAS Y GRUTAS

El reglamento tiene por objeto regular las disposiciones de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán, en cuanto a la protección, restauración y preservación de los ecosistemas ubicados en los cenotes, cuevas y grutas, así como la prevención de su contaminación y su aprovechamiento racional, de manera que sea compatible la obtención de beneficios económicos y culturales con el equilibrio ecológico y la salud humana (ver Tabla III.11).

**Tabla III.11. Vinculación del Proyecto con la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán en materia de cenotes, cuevas y grutas.**

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<b>Capítulo I. Disposiciones generales</b>	
<p><b>Artículo 5. Cumplimiento y observancia</b></p> <p>El cumplimiento y observancia de las disposiciones de este reglamento corresponde a los propietarios y posesionarios de terrenos donde se encuentren cenotes, cuevas o grutas, así como a toda persona que entre, haga uso de sus instalaciones o que obtenga beneficios a partir de ellos.</p> <p>Las personas, comercios, industrias, granjas o cualquier otra actividad, con o sin fines de lucro, que se ubiquen dentro de las distancias reguladas por este reglamento, deberán apegarse a sus disposiciones para la conservación del ecosistema y la preservación del ambiente de los cenotes, cuevas y grutas en el estado de Yucatán</p>	<p>En el Área del Proyecto se registró la presencia de una oquedad, por lo que el promovente será el responsable de dar cumplimiento a lo establecido en este reglamento.</p>
<b>Capítulo II. Restricciones para el uso y aprovechamiento de cenotes, cuevas y grutas. Sección primera. Restricciones generales</b>	
<p><b>Artículo 7. Autorizaciones y permisos.</b></p> <p>Cuando de acuerdo a las disposiciones legales y normativas sea necesario contar con la autorización o permiso de una autoridad federal, estatal o municipal para realizar una actividad u obra al interior o en los alrededores de un cenote, cueva o gruta, el interesado deberá solicitar la autorización o permiso en los términos que establezcan dichas disposiciones. En todo caso el interesado deberá presentar a la secretaría la Manifestación de Impacto Ambiental en los términos establecidos en la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán y su reglamento, anexando un estudio de capacidad de carga turística, cuando aplique.</p> <p>Las personas físicas o colectivas, públicas o privadas, deberán cumplir con lo establecido en este reglamento, sin perjuicio de contar con autorizaciones o concesiones otorgadas por las autoridades federales, estatales o municipales.</p>	<p>En cumplimiento de esta disposición se elabora y presenta esta manifestación para su autorización en materia de impacto ambiental.</p> <p>El promovente será el responsable de dar cumplimiento a lo establecido en este reglamento.</p>

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<b>Capítulo III. Construcción de instalaciones en cenotes, cuevas y grutas</b>	
<p><b>Artículo 22. Construcciones cercanas a los cenotes, cuevas o grutas</b>  Las construcciones que se realicen en los terrenos donde se encuentren ubicados cenotes, cuevas o grutas deberán estar a una distancia mínima de cincuenta metros del borde de estos, salvo que otra disposición de este reglamento establezca una distancia mayor.  Las construcciones tendrán las características necesarias para no influir en el entorno natural y deberán tomarse medidas para prevenir la contaminación y proteger el hábitat de las especies del lugar</p>	<p>En el Área del Proyecto se localizó una oquedad, por lo que se respetarán los 50 m aconsiderando el borde de este.</p>
<p><b>Artículo 23. Construcción e instalación de servicios sanitarios</b>  Toda construcción e instalación de servicios sanitarios requerirá de un estudio para verificar la dirección de los flujos subterráneos y definir la ubicación de dichos servicios en sitios que no afecten la calidad del agua de los cenotes, cuevas y grutas.  Los módulos sanitarios deberán contar con la infraestructura necesaria para otorgar el servicio, de acuerdo al estudio de capacidad de carga turística del cenote, cueva o gruta.  Las instalaciones de estos servicios deberán localizarse a una distancia de por lo menos setenta y cinco metros a partir de la boca del cenote, cueva o gruta.</p>	<p>Para controlar los residuos sanitarios durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se contratarán baños portátiles con lavabo, uno por cada venticinco trabajadores. En la operación del Proyecto se instalarán sanitarios con depósito.   En ambos casos se contratará a una empresa autorizada para el mantenimiento periódico y la disposición de los residuos lo realizará en sitios autorizados.</p>
<p><b>Artículo 24. Tratamiento del agua</b>  Las aguas utilizadas para los servicios sanitarios deberán ser tratadas mediante biodigestores sellados, los cuales estarán situados a una distancia mínima de setenta y cinco metros fuera del radio que comprende la superficie acuática del cenote, cueva o gruta para prevenir su contaminación.</p>	<p>No habrá sanitarios en un radio de 75 metros de la oquedad.  Se contratarán sanitarios portátiles durante la preparación del sitio y construcción y sanitarios con depósito, en ambos casos se contratará una empresa autorizada para el mantenimiento periódico y la disposición de los residuos en sitios autorizados.</p>
<b>Capítulo V. Censo de Cenotes, Cuevas y Grutas del Estado de Yucatán</b>	
<p><b>Artículo 32. Obligación de informar a la secretaría</b>  Toda persona en cuya propiedad se localice uno o más cenotes, cuevas o grutas, tiene la responsabilidad de darlo a conocer a la secretaría y, en su caso, al ayuntamiento para su registro, investigación e integración al Censo de Cenotes, Cuevas y Grutas del Estado de Yucatán y al Sistema Estatal de Información Ambiental.</p>	<p>El Promovente dará aviso de la ubicación de la oquedad encontrado durante los trabajos de topografía realizados.</p>

### III.4.2.12. LEY PARA LA PROTECCIÓN DE LA FAUNA DEL ESTADO DE YUCATÁN

La ley fue publicada en el Diario Oficial el 19 de abril de 2011, el Proyecto contempla un Programa de rescate y reubicación de la fauna silvestre por lo que se cumplirá con lo establecido en esta ley. En la Tabla III.12 se presentan los artículos aplicables.

**Tabla III.12. Vinculación del Proyecto con la Ley para la Protección de la Fauna del Estado de Yucatán.**

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<b>Título Segundo De la Protección a la Fauna. Capítulo VI Del Acarreo y Transport de animales</b>	
<p><b>Artículo 50.</b> El traslado de los animales por acarreo y en cualquier otro tipo de transporte obliga a los dueños o poseedores de éstos, a emplear vehículos adaptados conforme lo establecen las Normas Oficiales Mexicanas de la materia implementando procedimientos que eviten el maltrato, fatiga, carencia de bebida y alimento para los mismos.</p> <p>El traslado deberá llevarse a cabo en horarios adecuados a la especie, procurando el control de la temperatura corporal de cada animal para evitar su deshidratación, sofocación o muerte.</p>	<p>El Proyecto contempla ejecutar un Programa de Rescate de Fauna Silvestre como una medida de mitigación.</p> <p>Los ejemplares rescatados serán reubicados, durante su transporte se considerarán los horarios más adecuados, se les proporcionará agua y alimento de ser necesario.</p> <p>El manejo de los organismos será realizado por personal capacitado a fin de evitar maltrato o daño a los mismos.</p>
<p><b>Artículo 51.</b> El transporte de animales cuadrúpedos se realizará en vehículos que tengan paredes sólidas, pisos antiderrapantes, rampas y cubiertas para protegerlos de los factores climatológicos.</p>	<p>Durante el transporte de mamíferos se realizará en vehículos con paredes sólidas, pisos antiderrapantes, rampas y cubiertas.</p>
<p><b>Artículo 52.</b> El transporte de animales se realizará mediante jaulas que cuenten con ventilación y cuyo tamaño evite el hacinamiento de los mismos.</p>	<p>Las jaulas para el traslado estarán de acuerdo al tamaño de los organismos y garantizarán una adecuada ventilación.</p>
<p><b>Artículo 53.</b> El responsable de la transportación de animales deberá proporcionarles a éstos las condiciones higiénicas, de descanso y alimenticias necesarias, durante el trayecto, escalas y destino final.</p>	<p>Los ejemplares rescatados serán reubicados, durante su transporte se considerarán los horarios más adecuados, se les proporcionará agua y alimento de ser necesario.</p> <p>El manejo de los organismos será realizado por personal capacitado a fin de evitar maltrato o daño a los mismos.</p>

### III.4.3. NORMAS OFICIALES MEXICANAS

#### III.4.3.1. AIRE

Las normas oficiales mexicanas en materia de aire que se vinculan al Proyecto se enlistan en la Tabla III.13.

**Tabla III.13. Normas Oficiales Mexicanas en materia de aire.**

Norma Oficial Mexicana	Descripción
NOM-041-SEMARNAT-2015	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
NOM-045-SEMARNAT-2006	Que establece los límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición para vehículos en circulación que usan diésel como combustible.

Los vehículos que serán utilizados en las actividades de preparación del sitio, construcción y operación del Proyecto serán periódicamente verificados para cumplir con las normas oficiales mexicanas: NOM-041-SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-2006. Se contempla un Programa de vigilancia ambiental para garantizar su cumplimiento.

#### III.4.3.2. RUIDO

Se identificó como normativa aplicable al Proyecto en el componente ruido, la Norma Oficial Mexicana, NOM-080-SEMARNAT-1994, es la única aplicable, la cual se describe en la Tabla III.14.

**Tabla III.14. Normas Oficiales Mexicanas en materia de ruido.**

Norma Oficial Mexicana	Descripción
NOM-080-SEMARNAT-1994	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.

Se hará el mantenimiento periódico del equipo y maquinaria que será utilizada durante la preparación del sitio y construcción del Proyecto y cumplirán con lo estipulado en la NOM-080-SEMARNAT-1994. Se contempla un Programa de vigilancia ambiental para garantizar su cumplimiento.

### III.4.3.3. AGUAS RESIDUALES

Durante la preparación del sitio y construcción se contratarán sanitarios portátiles para el personal que estará laborando en campo y una empresa se hará cargo del manejo y disposición final de las aguas residuales en sitios autorizados.

En la operación del Proyecto se instalarán sanitarios con depósito y se contratará a una empresa para su mantenimiento periódico y disposición de los residuos en sitios autorizados, por lo que no habrá descargas de aguas residuales.

Se comprarán pipas de agua tratada para el riego de las áreas desmontadas y así disminuir la emisión de polvos, por lo que se asegurará con el proveedor que cumpla con la NOM-003-SEMARNAT-1997.

### III.4.3.4. MANEJO Y TRANSPORTACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN LAS ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y ABANDONO

El manejo de los residuos peligrosos generados en la etapa de construcción y operación del Proyecto se sujetará a lo establecido en las normas contenidas en la Tabla III.15, asimismo, se implementarán Programas o Planes de Manejo de Residuos Sólidos, específicos para el Proyecto.

**Tabla III.15. Normas Oficiales Mexicanas en Manejo de Residuos Peligrosos.**

Norma Oficial Mexicana	Descripción
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación y los listados de los residuos peligrosos.
NOM-054-SEMARNAT-1993	Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.

### III.4.3.5. FLORA Y FAUNA

Durante los trabajos de campo se registraron cuatro especies de flora y ventiseis especies de fauna en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (ver Tabla III.16).

**Tabla III.16. Normas Oficiales Mexicanas para la protección de flora y fauna.**

Norma Oficial Mexicana	Descripción
NOM-059-SEMARNAT-2010	Que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección.

Al respecto cabe destacar que el Proyecto contempla un Programa de Rescate y Reubicación para las especies de flora y fauna que se encuentran en estatus de conservación, por lo que el Proyecto no pondrá en riesgo su conservación. Además se contempla el monitoreo de estas medidas para verificar su efectividad.

### III.5. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y ZONAS PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN

#### III.5.1. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y SITIOS RAMSAR

El estado de Yucatán cuenta con quince áreas naturales protegidas, de las cuales cuatro son de competencia federal, ocho son estatales, una municipal y dos reservas privadas. Cabe destacar que el Proyecto no afectará a ningún área natural protegida. En la Tabla III.17 se presenta el listado completo de las áreas naturales protegidas del Estado de Yucatán.

Tabla III.17. Áreas Naturales Protegidas del Estado de Yucatán.

Área Natural Protegida	Ubicación municipal	Superficie en ha	Fecha de Decreto
<b>Federales</b>			
Reserva de la Biosfera Ría Celestún	Celestún y Maxcanú en el Estado de Yucatán y Calkiní en el Estado de Campeche	59,130	19 de julio de 1979
Reserva de la Biosfera Ría Lagartos	San Felipe, Río Lagartos, Tizimín	56,999	26 de junio de 1979
Área de Protección de Flora y Fauna Otoch Ma'ax Yetel Kooh (Punta Laguna)	Valladolid	5,367	5 de junio de 2002
Parque Nacional Dzibilchantún	Mérida	539-13-92.68	14 de abril de 1987
<b>Estatales</b>			
Reserva Estatal Geohidrológica del Anillo de Cenotes	Seyé, Acanceh, Timucuy, Homún, Cuzamá, Tecoh, Tekit, Tahmek, Hochtún, Xocchel, Hocabá, Sanahcat y Huhí	219,207.83 ha	12 de diciembre de 2013
Reserva Estatal Biocultural del Puuc	Muna, Santa Elena, Oxkutzcab, Tekax y Ticul	135,848-85-30 ha	01 de noviembre de 2011
Reserva Estatal Ciénegas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán.	Hunucmá, Ucú, Progreso, Ixil, Motul, Dzemul, Telchac Puerto, Sinanché, Yobaín, Dzidzantún y Dzilam de Bravo	54,776.726	31 de mayo de 2013
Reserva Estatal de Dzilam	Dzilam de Bravo, San Felipe, Buctzotz y Panabá	69,039.29 ha	26 de septiembre de 2006
Parque Estatal de Kabah	Santa Elena	949.76 ha	09 de junio de 1993
Reserva Estatal El Palmar	Celestún y Hunucmá	49,605.39 ha	23 de enero de 1990
Área Natural Protegida de valor escénico, histórico y cultural San Juan Bautista Tabí y Anexa Sacnicté	Ticul	1,355-74-40 ha	7 de junio de 1994
Parque estatal Lagunas de Yalahau	Sotuta, Homún, Huhí y Tekit	5,683.28 ha	8 de junio de 1999



Área Natural Protegida	Ubicación municipal	Superficie en ha	Fecha de Decreto
<b>Municipal</b>			
Zona sujeta a Conservación Ecológica "Reserva Cuxtal"	Mérida	10.757 ha	14 de julio de 1993
<b>Reserva privada</b>			
Kaxil Kiuic		1,642 ha	Se conformo como una unidad de manejo para la vida silvestre UMA-EX0149-YUC-08
El Zapotal	Tizimín	2 358	En junio de 2006 la CONANP reconoció a El Zapotal como "Área de Conservación" con vigencia "a perpetuidad", mediante el certificado conanp-29/2006 2002

En la Figura III.4 se presenta la ubicación de las principales Áreas Naturales Protegidas del Estado de Yucatán.



**Figura III.4. Áreas Naturales Protegidas del Estado de Yucatán.**

### **III.5.2. ÁREAS PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN**

Las regiones prioritarias terrestres, hidrológicas y marinas, así como las Áreas de Conservación de las Aves (AICAS) establecidas por la CONABIO, no forman parte del SINAP y por tanto no tienen criterios de tipo vinculante con el uso de suelo, sin embargo en la elaboración del presente documento se reflexionó sobre la pertinencia de identificar estas regiones a fin de tener claridad sobre la importancia para la conservación que tiene el Área del Proyecto.

#### **III.5.2.1. REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS**

Las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) son áreas donde las características físicas y bióticas favorecen condiciones importantes para la biodiversidad, donde la riqueza biológica e integridad ecológica las convierten en objetivos prioritarios para la conservación; en ocasiones las RTP contienen áreas naturales protegidas por lo que la inclusión de estas suele ser frecuente.

En el Estado de Yucatán se registran cuatro regiones terrestres prioritarias: Dzilam-Ría Lagartos – Yum Balam, Petenes-Ría Celestum, Sur del Punto Put y Zonas forestales de Quintana Roo. El Proyecto no se ubica dentro de ninguna de estas regiones prioritarias, como se puede observar en la Figura III.5.

#### **III.5.2.2. ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES**

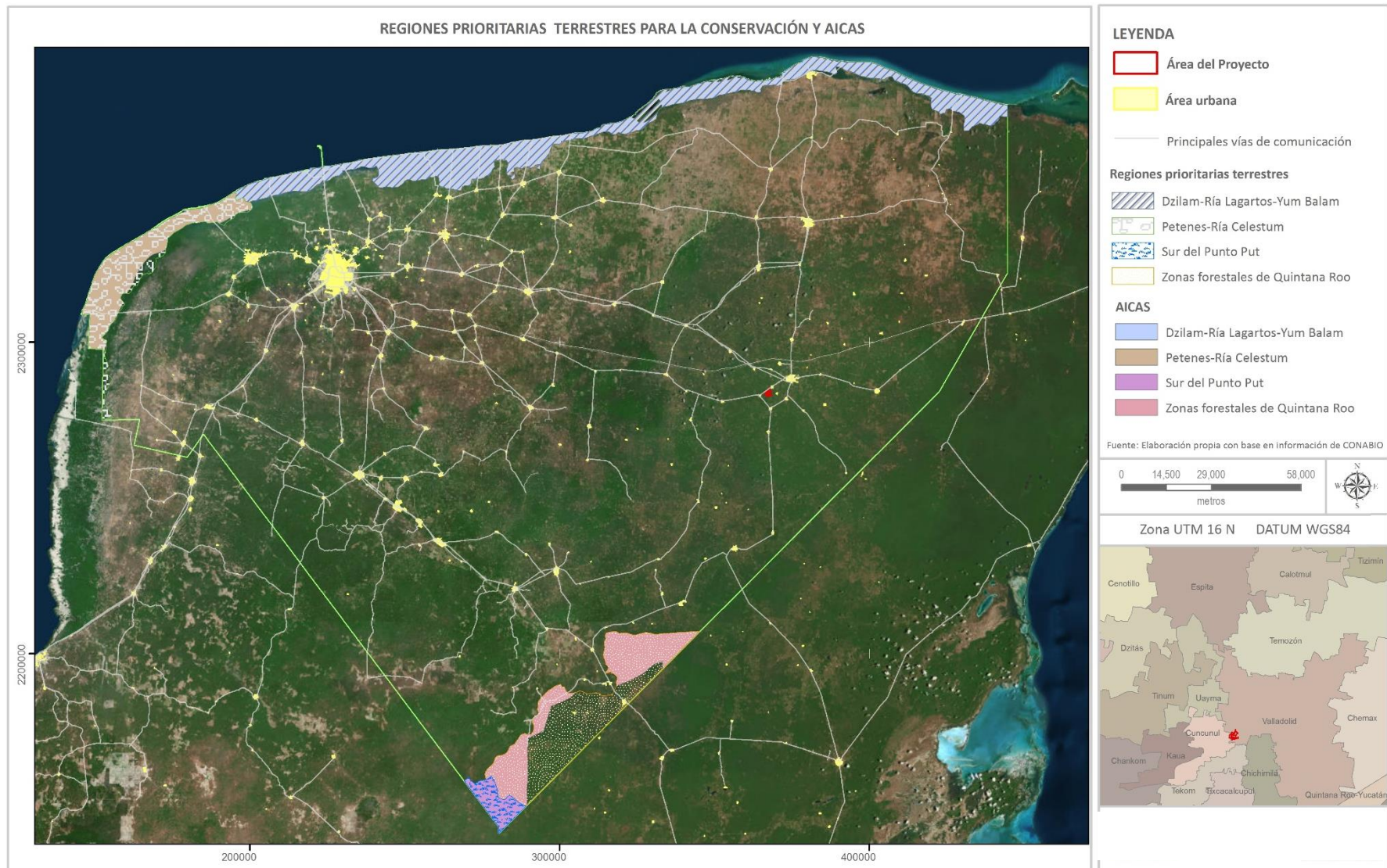
Existe un conjunto de áreas que sin contar con un decreto de protección federal han sido identificadas como relevantes para la conservación de las aves, denominadas “Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)”, estas son una red de sitios que destacan por su importancia en el mantenimiento de las poblaciones de las aves a largo plazo, estas zonas se eligen con espacio suficiente que pueda albergar poblaciones de las especies de interés.

En el Estado de Yucatán se registran cuatro áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAS), cabe destacar que tienen la misma denominación que las regiones terrestres prioritarias aunque su superficie varía en algunos casos. Las AICAS son Dzilam-Ría Lagartos – Yum Balam, Petenes-Ría Celestum, Sur del Punto Put y Zonas forestales de Quintana Roo. El Proyecto no se ubica dentro de ninguna AICA, como se puede observar en la Figura III.5.

#### **III.5.2.3. REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS**

Las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), se determinan con base a su función en su biodiversidad, incluidos los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte. Una región hidrológica de alta biodiversidad es un área que tiene la posibilidad actual o potencial para la conservación de sus recursos, y en donde ocurren o pueden ocurrir impactos negativos, resultado de las diferentes actividades de uso o explotación de recursos que realizan distintos sectores.

En el Estado de Yucatán se registran cuatro regiones hidrológicas prioritarias: Anillo de Cenotes, Cono Sur-Peto, Laguna Chichancanab y Zona Cítrica. El Proyecto no se ubica en ninguna de dichas regiones (ver Figura III.6).



**Figura III.5. Regiones Prioritarias Terrestres para la Conservación y AICAS del Estado de Yucatán.**



#### **III.5.2.4. CONVENCION RELATIVA A LOS HUMEDALES DE IMPORTANCIA INTERNACIONAL ESPECIALMENTE COMO HABITAT DE AVES ACUATICAS**

La Convención se firmó en la ciudad de Ramsar, Irán, el 2 de febrero de 1971, entró en vigor en 1975 y fue modificada según el Protocolo de París, del 3 de diciembre de 1982.

Actualmente es el único Convenio entre gobiernos que se centra en la conservación y uso racional de los ecosistemas de Humedal, reconociendo de esta manera su importancia ecológica al ser uno de los ecosistemas más ricos en biodiversidad, y de los cuales depende la supervivencia de gran cantidad de especies.

El principal objetivo de la Convención Ramsar es: "*La conservación y el uso racional de los humedales a través de la acción nacional y mediante la cooperación internacional*".

En el Estado de Yucatán existen ocho Sitios RAMSAR: Ría Celestún, El Palmar, Dzilam, Ría Lagartos, Lagunas de Yalahu, Anillo de Cenotes, Lagunas de Chichankanab, Balam an K'aax. El Proyecto no afectará a ninguno de estos sitios, como se puede observar en la Figura III.7.



**Figura III.7. Sitios RAMSAR.**

# CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL.

## CONTENIDO

IV.1. Delimitación y justificación del Sistema Ambiental Regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto.....	1
IV.2. Caracterización y análisis del SAR.....	4
IV.2.1. Caracterización y Análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR.....	4
IV.2.2. Caracterización y Análisis del SAR.....	8
IV.2.2.1. Aspectos abióticos .....	8
IV.2.2.1.1. Clima.....	8
IV.2.2.1.2. Temperatura y precipitación .....	8
IV.2.2.1.3. Radiación solar .....	11
IV.2.2.1.4. Vientos.....	13
IV.2.2.1.5. Vientos alisios.....	14
IV.2.2.1.6. Nortes .....	14
IV.2.2.1.7. Ciclones tropicales .....	14
IV.2.2.1.8. Calidad del aire .....	17
IV.2.2.1.9. Emisión de gases de efecto invernadero .....	17
IV.2.2.1.10. Geología y geomorfología.....	19
Geología .....	19
Geomorfología .....	23
Susceptibilidad a la zona a la sismicidad .....	27
IV.2.2.1.11. Suelos.....	28
Erosión .....	33
IV.2.2.1.12. Hidrología .....	36
Hidrología Superficial.....	36
Hidrología Subterránea .....	36
IV.2.2.2. Caracterización del Medio Biótico .....	40
IV.2.2.2.1. Vegetación.....	40
Cobertura.....	40
Caracterización de la vegetación.....	44
Composición florística .....	46
Estructura de la vegetación .....	56
IV.2.2.2.2. Fauna .....	66
Anfibios y Reptiles .....	67
Aves.....	72
Mamíferos.....	83
Biodiversidad .....	92
Especies de fauna en estatus de conservación.....	92
IV.2.2.2.3. Paisaje .....	101
IV.2.2.2.4. Caracterización del Medio Socioeconómico.....	103
Demografía.....	103
Crecimiento y distribución de la población .....	106



Población indígena .....	110
IV.2.2.2.5. Actividades económicas.....	112
Población económicamente activa, inactiva, ocupada y desocupada .....	112
IV.2.2.2.6. Factores socioculturales.....	113
Uso que se dan a los recursos naturales .....	113
Patrimonio histórico.....	114
Índice de Marginación .....	115
IV.3. Diagnóstico Ambiental .....	118

## TABLAS

Tabla IV. 1. Usos del suelo y vegetación en el SAR para los años de 1980 y 2000.....	4
Tabla IV. 2. Descripción de los subtipos climáticos que se registran en el SAR .....	8
Tabla IV. 3. Registros de temperatura y precipitación.....	9
Tabla IV. 4. Radiación Solar del Área del Proyecto. Día típico: soleado, parcialmente nublado y nublado, para Invierno, Primavera, Verano y Otoño.GlobHor. [W/m <sup>2</sup> ].....	12
Tabla IV. 5. Estadísticas de la dirección y velocidad del viento de la estación Chicen-Itzá.....	13
Tabla IV. 6. Categoría de ciclones tropicales de acuerdo a la clasificación de Saffir-Simpson .....	15
Tabla IV. 7. Categoría de huracanes de acuerdo a la clasificación de Saffir-Simpson y la velocidad máxima de vientos sostenidos cuando atravesaron el SAR durante el periodo 1940-2015.....	15
Tabla IV. 8. Emisiones estimadas de gases de efecto invernadero del Estado de Yucatán .....	17
Tabla IV. 9. Provincias y subprovincias fisiográficas donde se ubica el SAR .....	23
Tabla IV. 10. Zonas sísmicas de la República Mexicana.....	27
Tabla IV. 11. Tipos de textura del suelo en el Área del Proyecto.....	28
Tabla IV. 12. Tipos de textura del suelo.....	29
Tabla IV. 13. Fases físicas del suelo presentes en el SAR .....	29
Tabla IV. 14. Factores que contribuyen a la erosión hídrica .....	34
Tabla IV. 15. Balance de agua del acuífero No.3105 Península de Yucatán .....	37
Tabla IV. 16. Cenotes registrados en el SAR .....	37
Tabla IV. 17. Usos del suelo y vegetación en el SAR de acuerdo al plano de usos del suelo y vegetación de INEGI, serie V .....	40
Tabla IV. 18. Usos del suelo y vegetación en el Área de Influencia y Área del Proyecto.....	42
Tabla IV. 19. Ubicación de los sitios de muestreo para la composición florística.....	44
Tabla IV. 20. Ubicación de los sitios de muestreo .....	45
Tabla IV. 21. Listado de especies registradas.....	46
Tabla IV. 22. Índice de Valor de Importancia par las especies registradas.....	57
Tabla IV. 23. Índice de valor de importancia para las cinco especies leñosas mayores a 1.5 m de altura, con los máximos valores de IVI, en el primer sitio de muestreo .....	59
Tabla IV. 24. Índice de valor de importancia para las cinco especies leñosas mayores a 1.5 m de altura, con los máximos valores de IVI, en el segundo sitio de muestreo .....	59
Tabla IV. 25. Índice de valor de importancia para las cinco especies leñosas mayores a 1.5 m de altura, con los máximos valores de IVI, en el tercer sitio de muestreo .....	60
Tabla IV. 26. Índice de valor de importancia para las cinco especies leñosas mayores a 1.5 m de altura, con los máximos valores de IVI, en el cuarto sitio de muestreo .....	60
Tabla IV. 27. Índices de Biodiversidad aplicados.....	64
Tabla IV. 28. Especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.....	65
Tabla IV. 29. Número de especies con distribución potencial en el SAR.....	66
Tabla IV. 30. Riqueza de vertebrados registrados en los muestreos realizados.....	66

Tabla IV. 31. Coordenadas de ubicación de los transectos realizados .....	68
Tabla IV. 32. Especies de anfibios y reptiles registrados .....	68
Tabla IV. 33. Abundancia y densidades de las especies de anfibios y reptiles registrados.....	72
Tabla IV. 34. Coordenadas de ubicación de redes de niebla.....	73
Tabla IV. 35. Coordenadas de ubicación de transectos para el registro de aves.....	74
Tabla IV. 36. Especies de aves registradas en los muestreos .....	74
Tabla IV. 37. Abundancia y densidad para las especies de aves registradas durante los trabajos de campo .....	81
Tabla IV. 38. Coordenadas de ubicación de los transectos .....	83
Tabla IV. 39. Coordenadas de ubicación de las fototampas .....	83
Tabla IV. 40. Coordenadas de ubicación de trampas Sherman .....	84
Tabla IV. 41. Coordenadas de ubicación de redes de niebla.....	86
Tabla IV. 42. Especies de mamíferos registrados durante el trabajo de campo. ....	86
Tabla IV. 43. Densidades relativade mamíferos medianos .....	91
Tabla IV. 44. Número de especies en estatus de conservación por categoría de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y grupo de vertebrados.....	92
Tabla IV. 45. Especies de anfibios y reptiles en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010. ....	93
Tabla IV. 46. Especies de aves en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010. ....	96
Tabla IV. 47. Especies de mamíferos en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010. ....	98
Tabla IV. 48. Criterios de evaluación del Paisaje .....	102
Tabla IV. 49. Principales características de los municipios que abarca el SAR. ....	103
Tabla IV. 50. Población en los municipios que abarca el SAR. ....	106
Tabla IV. 51. Localidades ubicadas dentro del SAR por municipio .....	108
Tabla IV. 52. Población de 3 años y más que habla lengua indígena que se ubica dentro del SAR por municipio .....	110
Tabla IV. 53. Población económicamente activa, inactiva, ocupada y desocupada, 2010. ....	112
Tabla IV. 54. Principal patrimonio histórico por municipio .....	114
Tabla IV. 55. Índice de marginación 2010 y los indicadores socioeconómicos utilizados a nivel municipal.....	116
Tabla IV. 56. Diagnóstico integral del SAR .....	119

## FIGURAS

Figura IV. 1. Ubicación del SAR (Sistema Ambiental Regional) .....	3
Figura IV. 2. Análisis comparativo de los diferentes tipos de ecosistemas en dos periodos de acuerdo con los plano de usos del suelo y vegetación de INEGI.....	5
Figura IV. 3. Usos del suelo y vegetación del SAR, 1980.....	6
Figura IV. 4. Usos del suelo y vegetación del SAR, 2002-2005. ....	7
Figura IV. 5. Diagrama ombrotermico de la Estación Valladolid .....	9
Figura IV. 6. Tipos de climas .....	10
Figura IV. 7. Rosa de los vientos del Aeropuerto de Chichen Itzá .....	13
Figura IV. 8. Trayectorias de huracanes que han atravesado el SAR en el periodo de 1940-2015. ....	16
Figura IV. 9. Tipos de roca y ubicación de las fracturas del SAR.....	20

Figura IV. 10. Ubicación de los puntos de muestreo del estudio geotécnico y de los perfiles obtenidos.....	21
Figura IV. 11. Perfiles obtenidos a partir del estudio geotécnico , su ubicación se presenta en el plano de la página anterior.....	22
Figura IV. 12. Tipos de topoformas .....	24
Figura IV. 13. Altitud del SAR en msnm .....	25
Figura IV. 14. Curvas de nivel y pendientes .....	26
Figura IV. 15. Zonas sísmicas de la República Mexicana.....	27
Figura IV. 16. Edafología.....	30
Figura IV. 17. Textura del suelo .....	31
Figura IV. 18. Fase física del suelo.....	32
Figura IV. 19. Degradación del suelo en el SAR y Área del Proyecto .....	35
Figura IV. 20. Ubicación de cenotes en el SAR .....	38
Figura IV. 21. Oquedad identificado en el sitio del Proyecto .....	39
Figura IV. 22. Porcentaje de superficie por tipo de ecosistema en el SAR, 2010 .....	40
Figura IV. 23. Usos del suelo y vegetación. Serie V (2011-2013).....	41
Figura IV. 24. Porcentaje de superficie por tipo de ecosistema en el Área de Influencia y Área del Proyecto de acuerdo a la clasificación de la imagen de satélite .....	42
Figura IV. 25. Usos del suelo y vegetación del Área de Influencia y Área del proyecto de acuerdo a la clasificación realizada.....	43
Figura IV. 26. Estructura vertical de la selva mediana subcaducifolia en el Área del Proyecto...61	
Figura IV. 27. Estructura horizontal de la selva mediana subcaducifolia en el Área del Proyecto .....	62
Figura IV. 28. Perfil de la selva mediana subcaducifolia.....	63
Figura IV. 29. Municipios que abarca el SAR.....	105
Figura IV. 30. Tasa de crecimiento en los municipios.....	106
Figura IV. 31. Localidades en el SAR .....	109
Figura IV. 32. Localidades con población de 3 años y más que hablan lengua indígena.....	111
Figura IV. 33. Marginación de los municipios que integran al SAR.....	117

### FOTOGRAFÍAS

Fotografía IV. 1. Vista parcial de un cuadrante de muestreo .....	45
Fotografía IV. 2 Tallo de <i>Ceiba aesculifolia</i> .....	52
Fotografía IV.3 Tallo de <i>Gymnopodium floribundum</i> .....	52
Fotografía IV.4 Tallo exfoliante de <i>Bursera simaruba</i> .....	52
Fotografía IV.5 <i>Catasetum integerrimum</i> .....	52
Fotografía IV.6. Frutos de <i>Crossopetalum gaumeri</i> .....	53
Fotografía IV.7. Frutos de <i>Metopium brownei</i> .....	53
Fotografía IV.8 Flor de <i>Commelina diffusa</i> .....	53
Fotografía IV.9 Frutos de <i>Morinda royoc</i> .....	53
Fotografía IV.10 Frutos de <i>Randia longiloba</i> .....	53
Fotografía IV.11 Frutos de <i>Vitis tiliifolia</i> .....	53
Fotografía IV.12 Flores de <i>Hintonia octomera</i> .....	54
Fotografía IV.13 <i>Ocimum campechianum</i> .....	54
Fotografía IV.14 <i>Scutellaria gaumeri</i> .....	54
Fotografía IV.15 Vista panorámica de la selva mediana subcaducifolia.....	55

Fotografía IV.16 Sotobosque de la selva mediana subcaducifolia, en donde se puede observar la hojarasca acumulada durante la temporada de sequía .....	56
Fotografía IV.17 <i>Astronium graveolens</i> .....	65
Fotografía IV.18 <i>Vanilla planifolia</i> .....	65
Fotografía IV.19 Jaula de malla y gancho herpetológico utilizado para capturar a anfibios y reptiles para su identificación y registro fotográfico .....	67
Fotografía IV.20 <i>Smilisca baudinii</i> (Rana de árbol mexicana) .....	69
Fotografía IV.21 <i>Incilius valliceps</i> (Sapo costero) .....	69
Fotografía IV.22 <i>Hypopachus variolosus</i> (Rana termitera) .....	69
Fotografía IV.23 <i>Anolis rodriguezii</i> (Abaniquillo liso del sureste) .....	70
Fotografía IV.24 <i>Anolis tropidonotus</i> Abaniquillo escamoso mayor .....	70
Fotografía IV.25 <i>Holcosus undulatus</i> (Lagartija arcoíris) .....	70
Fotografía IV.26 <i>Sceloporus chrysostictus</i> (Lagartija escamosa) .....	70
Fotografía IV.27 <i>Aspidoscelis angusticeps</i> (Huico yucateco) .....	70
Fotografía IV.28 <i>Ficimia publia</i> (culebra naricilla manchada) .....	71
Fotografía IV.29 <i>Ninia sebae</i> (Culebra de cafetal) .....	71
Fotografía IV.30 <i>Kinosternon creaseri</i> (Tortuga de pantano yucateca) .....	71
Fotografía IV.31 Ejemplo de la captura de la aves mediante las redes de niebla .....	73
Fotografía IV.32 <i>Columbina passerina</i> (Tortolita pico rojo) .....	76
Fotografía IV.33 <i>Melanerpes pygmaeus</i> (Carpintero yucateco) .....	76
Fotografía IV.34 <i>Melanerpes aurifrons</i> (Carpintero cheje) .....	77
Fotografía IV.35 <i>Picoides fumigatus</i> (Carpintero café) .....	77
Fotografía IV.36 <i>Sittasomus griseicapillus</i> (Trepatroncos cabeza gris) .....	77
Fotografía IV.37 <i>Dendrocicla homochroa</i> (Trepatroncos canelo) .....	77
Fotografía IV.38 <i>Contopus cinereus</i> (Pibi tropical) .....	77
Fotografía IV.39 <i>Myiarchus tuberculifer</i> (Papamoscas triste) .....	77
Fotografía IV.40 <i>Megarynchus pitangua</i> (Luis pico grueso) .....	78
Fotografía IV.41 <i>Myiozetetes similis</i> (Luis gregario) .....	78
Fotografía IV.42 <i>Tyrannus couchii</i> (Tirano silbador) .....	78
Fotografía IV.43 <i>Tityra semifasciata</i> (Titira enmascarada) .....	78
Fotografía IV.44 <i>Tityra inquisitor</i> (Titira pico negro) .....	78
Fotografía IV.45 <i>Vireo flavoviridis</i> (Vireo verdeamarillo) .....	78
Fotografía IV.46 <i>Cyanocorax yucatanicus</i> (Chara yucateca) .....	79
Fotografía IV.47 <i>Turdus grayi</i> (Mirlo pardo) .....	79
Fotografía IV.48 <i>Habia fuscicauda</i> (Tangara-hormiguera garganta roja) .....	79
Fotografía IV.49 <i>Volatinia jacarina</i> (Semillero brincador) .....	79
Fotografía IV.50 <i>Icterus gularis</i> (Bolsero de Altamira) .....	79
Fotografía IV.51 <i>Dives dives</i> (Tordo cantor) .....	79
Fotografía IV.52 <i>Cathartes aura</i> (Zopilote aura) .....	80
Fotografía IV.53 <i>Pachyrhamphus aglaiae</i> (Mosquero cabezón-degollado) .....	80
Fotografía IV.54. Vista de las trampas Sherman .....	84
Fotografía IV.55. Vista de una de las seis fototrampas utilizadas .....	85
Fotografía IV.56 Vista de las redes de niebla colocadas para la captura de murciélagos .....	85
Fotografía IV.57 <i>Didelphis virginiana</i> (tlacuache) .....	87
Fotografía IV.58 <i>Nasua narica</i> (Coatí, tejón) .....	88
Fotografía IV.59 <i>Sphiggurus mexicanus</i> (Puerco espín tropical) .....	88
Fotografía IV.60 Cráneo y huesos de <i>Odocoileus virginianus</i> (Venado cola blanca) .....	89
Fotografía IV.61 <i>Ototylomys phyllotis</i> (Rata arborícola de orejas grandes) .....	89

Fotografía IV.62 <i>Heteromys gaumeri</i> (Ratón espinoso de abazones) .....	89
Fotografía IV.63 <i>Artibeus jamaicensis</i> Murciélago-frutero de Jamaica.....	90
Fotografía IV.64 <i>Artibeus lituratus</i> Murciélago-frutero gigante .....	90
Fotografía IV.65 <i>Desmodus rotundus</i> (Vampiro común) .....	90
Fotografía IV.66 <i>Myotis keaysi</i> (Miotis pata peluda) .....	91
Fotografía IV.67 <i>Glossophaga soricina</i> (Murciélago-lengüetón de Pallas).....	91
Fotografía IV.68 <i>Tripurion petasatus</i> (Rana de árbol yucateca).....	93
Fotografía IV.69 <i>Dipsas brevifacies</i> (Culebra caracolera).....	93
Fotografía IV.70 <i>Imantodes tenuissimus</i> (Culebra cordelilla yucateca) .....	94
Fotografía IV.71 <i>Laemantcus serratus</i> (Lemacto coronado) .....	94
Fotografía IV.72 <i>Coleonyx elegans</i> (Cuija yucateca).....	94
Fotografía IV.73 <i>Thecadactylus rapicauda</i> (Geco cola de nabo).....	94
Fotografía IV.74 <i>Ctenosaura similis</i> (Iguana espinosa rayada).....	95
Fotografía IV.75 <i>Terrapene yucatana</i> (Tortuga de caja yucatana).....	95
Fotografía IV.76 <i>Campephilus guatemalensis</i> (Carpintero pico plata) .....	96
Fotografía IV.77 <i>Amazona albifrons</i> (Loro frente blanca) .....	96
Fotografía IV.78 <i>Melanoptila glabrirostris</i> (Maullador negro) .....	97
Fotografía IV.79 <i>Eucometis penicillata</i> (Tangara cabeza gris).....	97
Fotografía IV.80 <i>Rupornis magnirostris</i> (Aguililla caminera) .....	97
Fotografía IV.81 <i>Leopardus pardalis</i> (Ocelote) fotografías tomadas en el Área del Proyecto mediante las fototrampas instaladas .....	99
Fotografía IV. 82 <i>Potos flavus</i> (Mico de noche, martucha) fotografía tomada en el Área del Proyecto .....	99
Fotografía IV.83 <i>Tamandua mexicana</i> (oso hormiguero, brazo fuerte) fotografía tomada en el Área del Proyecto con las fototrampas instaladas .....	100
Fotografía IV.84 <i>Coendou mexicanus</i> (Puerco espín tropical), fotografías tomadas en el Área del Proyecto.....	100
Fotografía IV.85 <i>Mimon cozumelae</i> (Murciélago-lanza grande) fotografía tomada en el Área del Proyecto.....	101
Fotografía IV.86 Milpa reciente de aproximadamente 2 ha. Coordenadas: X=366606, Y=2283195 .....	113
Fotografía IV.87 Apiario en funcionamiento de un pequeño productor (20 cajas aprox.) Coordenadas: X=366834, Y=2283657.....	113

## IV.1. DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO

El *Sistema Ambiental Regional (SAR)* es el espacio geográfico en donde se desarrolla un proyecto o actividad la cual pudiera tener efectos sobre los diferentes componentes ambientales que lo conforman (aire, agua, suelo, geomorfología, vegetación, fauna, etc.), ya sea de forma directa o indirecta, en el corto, mediano y largo plazo.

Para la delimitación del SAR en donde se desarrollará el Proyecto, se consideraron además de las características del proyecto, (ubicación, dimensión, distribución de los tipos de obras del proyecto, etc), los instrumentos de planeación como el Programa de Ordenamiento del Estado de Yucatán, el plan de desarrollo urbano del municipio de Valladolid en donde se llevará a cabo el proyecto, así como los factores bióticos como tipos de vegetación y factores abióticos como rasgos geomorfoedafológicos e hidrográficos. A continuación se presenta el análisis de cada uno de los aspectos.

El Proyecto se pretende construir en el municipio de Valladolid en el Estado de Yucatán, consiste en la construcción de un parque fotovoltaico con una capacidad de 70 MW, y que requiere una superficie de 255.4 ha, la cual se distribuye de forma general en tres grandes superficies: un predio de 246.80 ha más el derecho de vía de la línea de transmisión de 8.28 ha que se encuentra fuera del predio, más 0.32 ha para los carriles de aceleración y desaceleración que se construirán sobre el derecho de vía de la Carretera federal No. 180 Mérida-Valladolid.

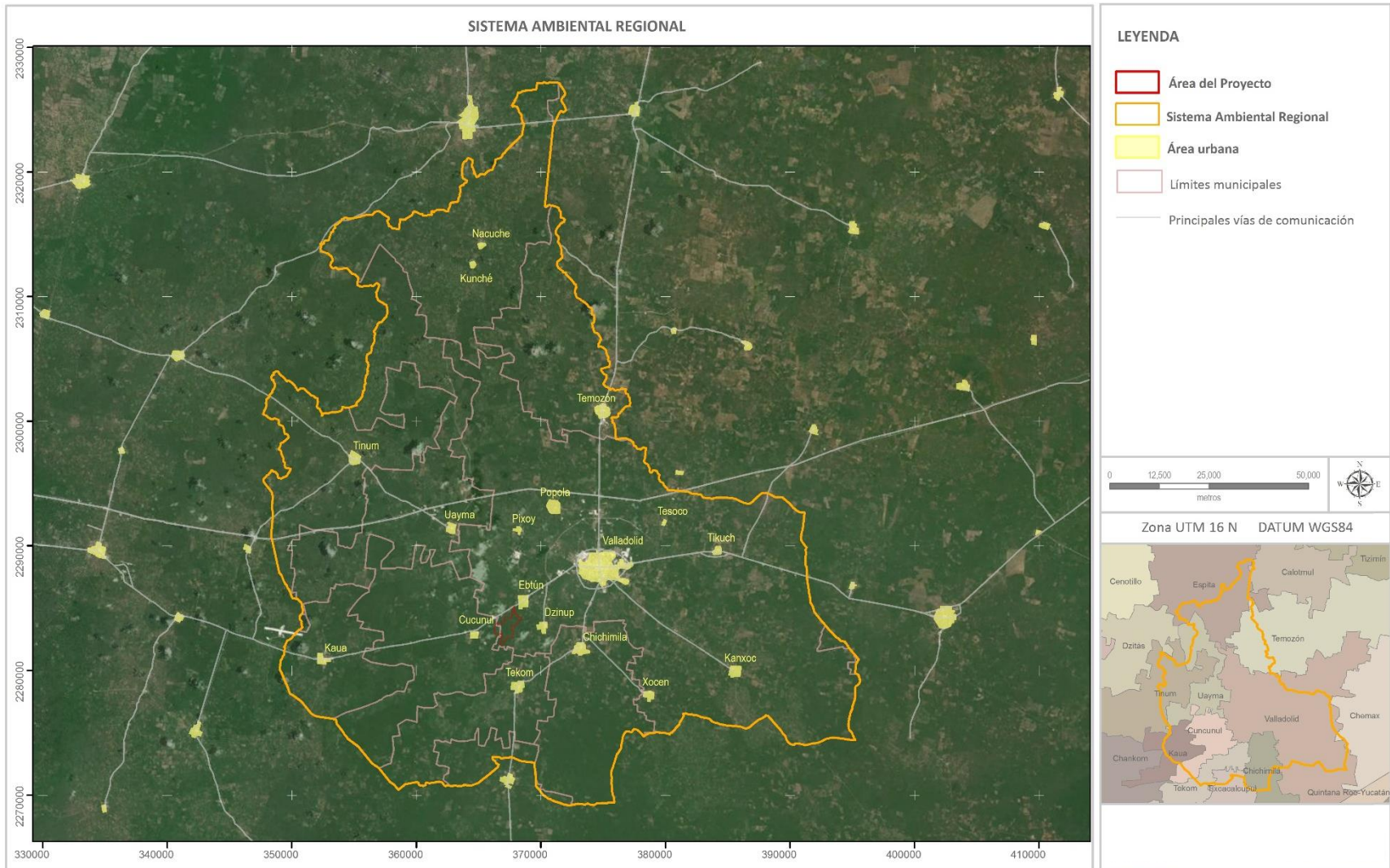
- Uno de los elementos que se deben considerar para la delimitación del Sistema Ambiental Regional, son las unidades de gestión ambiental establecidas en los ordenamientos ecológicos decretados. Al respecto cabe mencionar que el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán, fue publicado en el Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán el 26 de julio de 2007, en el se establece el “Modelo de Desarrollo Territorial, en donde se delimitan 34 unidades de gestión (UGA). El Proyecto se localiza en la UGA 1.2E.- *Planicie Sotuta-Valladolid-Calotmul*, con una superficie total de 5,084.72 km<sup>2</sup> (508,472 has) tiene una política de aprovechamiento y como uso principal el agrícola. Debido a la amplitud de la superficie que abarca esta unidad, se consideró conveniente utilizar otros criterios para delimitar de forma más precisa el SAR.
- Otro factor que podría considerarse, es la distribución de los tipos de vegetación. El Área del Proyecto se desarrollará en un área con selva mediana subcaducifolia de acuerdo a las categorías establecidas en la carta de usos del suelo y vegetación de INEGI serie V. Este es el tipo de vegetación es uno de los más representativas de Yucatán, extendiéndose como una amplia franja que va de la región nororiental hacia el suroeste del estado de Yucatán, atravesando la zona central del mismo estado hasta el norte del estado de Campeche. Ocupa una extensión aproximada de 29,309 km<sup>2</sup> (2,930,900 ha) por lo que, junto con las selvas bajas estacionales de Yucatán, dominan la superficie del estado. Debido a la amplia distribución de este tipo de vegetación se procedió a delimitar con el criterio de cuenca.
- Las cuencas hidrográficas y sus subunidades (subcuenca, microcuenca) son un marco geográfico adecuado para la delimitación de un SAR, debido a que constituyen unidades

funcionales, pues la superficie de terreno que conforma una cuenca está ligada por la dinámica hidrológica que se da en ella. Para delimitar la subcuenca se utilizó el Modelo Digital del Terreno (MDT) de 15 m de INEGI. La modelación hidrológica se realizó a través de un Sistema de Información Geográfica, que considera que la lluvia que cae sobre una superficie tiende a ser drenada por un sistema de corrientes hacia un mismo punto, se delimitaron las curvas de nivel y se determinaron los flujos y dirección de los escurrimientos superficiales que fue la base para su delimitación.

Adicionalmente se determinó como Área de Influencia del Proyecto una superficie de 3,737 ha, en esta superficie es donde podrían manifestarse los impactos adversos o benéfico, directos o indirectos, principalmente durante la etapa de Preparación del Sitio y Construcción. Para la delimitación de esta área se obtuvo con un sistema de información geográfica un buffer de 2 km alrededor del predio donde se instalarán los paneles fotovoltaicos y para la línea de transmisión un 1 km a lo largo de la trayectoria.

El Área del Proyecto está conformada por tres áreas: un predio de **246.80 ha** donde se se construirán y operarán, entre otras instalaciones, los paneles fotovoltaicos, subestación eléctrica, parte del derecho de vía de la línea de transmisión, camino de acceso, oficinas, servicios y salas de control, más el derecho de vía de la línea de transmisión de **8.28 ha** que se encuentra fuera del predio mencionado y finalmente **0.32 ha** para la construcción de dos carriles de aceleración y desaceleración sobre el derecho de vía de la Carretera Federal No.180 Mérida-Valladolid..

El Sistema Ambiental Regional (SAR) delimitado se localiza en el Estado de Yucatán, abarca parcialmente doce municipios y tiene una superficie de 144,201 ha. El Área de Influencia del Proyecto, abarca una superficie de 3,737 ha y el Área del Proyecto abarca una superficie total de 255.08 ha. En la siguiente figura se presenta el SAR delimitado, así como el Área de Influencia y Área del Proyecto.



Fuente: Elaboración propia con base en la información de INEGI

**Figura IV. 1. Ubicación del SAR (Sistema Ambiental Regional)**



## IV.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SAR

La caracterización del medio físico se hizo a través del análisis documental y cartográfico elaborado por el INEGI y otras dependencias gubernamentales, los aspectos del medio biótico se realizaron a través de una exhaustiva revisión bibliográfica, complementado y verificado con los trabajos de campo.

Los aspectos del medio socioeconómico del SAR se caracterizaron a nivel municipal con la información del último censo del 2010 así como los estudios de marginación elaborados por CONAPO.

### IV.2.1. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SAR

Para hacer el análisis retrospectivo del SAR se utilizaron las cartas de usos del suelo y vegetación de INEGI, en particular la Serie I elaborada con información de la década de 1980 y la Serie III elaborada con información del periodo 2000 a 2005. Además se agruparon los usos del suelo por tipo de ecosistema, con el fin de facilitar el análisis, de tal forma que los ecosistemas naturales quedaron conformados por la selva mediana subcaducifolia, en los ecosistemas modificados, se incluyeron los pastizales, zonas agrícolas y áreas sin vegetación aparente y finalmente los ecosistemas artificiales están representados por las zonas urbanas.

En la Serie I, que corresponde a los usos del suelo y vegetación de la década de los 80's, se observa que la mayor parte de la superficie del SAR incluyendo el Área del Proyecto, registraba selva mediana subcaducifolia en estado secundario, existían zonas dispersas de pastizales, no se reportan áreas dedicadas a la actividad agrícola y como zona urbana solo estaba Valladolid.

Para la Serie III, que fue elaborada en el periodo 2000-2005, el cambio de uso del suelo en el SAR es drástico, la selva fue fragmentada y sustituida por áreas dedicadas a la agricultura de temporal, aunque disminuyó la superficie ocupada por pastizales, se incrementaron significativamente las superficies de las zonas urbanas, además de Valladolid se observan las ciudades de Cuncunul, Chichimilá, Tekom, Dzinup, Xocen, Kanxoc, Tikuch, Tesoco, Popola, Pixoy, Uaymá, Tinum, Kaua, Temozón, Kunché y Nacuché.

En la siguiente tabla se desglosa la superficie por uso del suelo y vegetación para los dos periodos analizados.

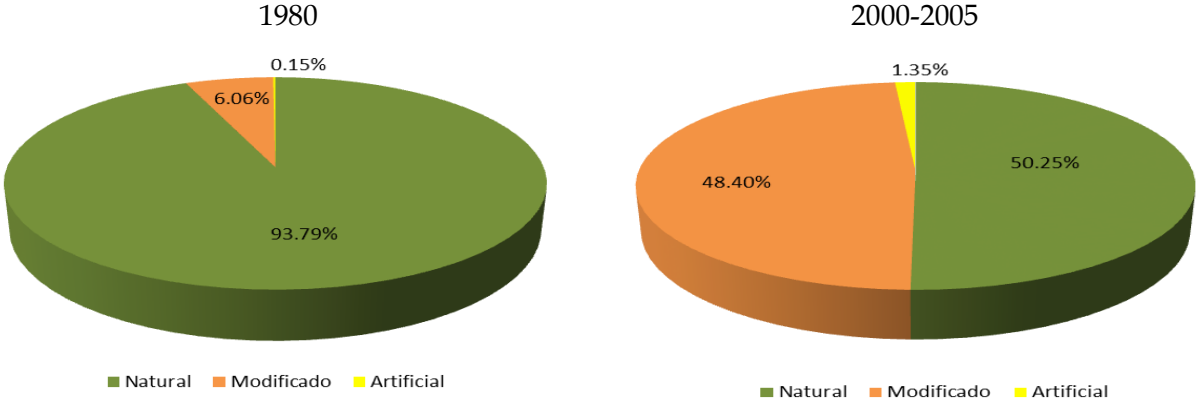
**Tabla IV. 1. Usos del suelo y vegetación en el SAR para los años de 1980 y 2000.**

Tipo de ecosistemas	Usos del suelo y vegetación	Superficie 1980		Superficie 2000***	
		ha	(%)	ha	(%)
Natural	Selva mediana subcaducifolia	135,246	93.79	72,460	50.25
Modificado	Agricultura de temporal	148	0.10	63,148	43.79
	Pastizal	8,588	5.96	6,641	4.61
Artificial	Zonas urbanas	218	0.15	1,951	1.35

Fuente . \*INEGI. 1980. Carta de Usos del Suelo y Vegetación, Serie I. Escala 1:250,000.

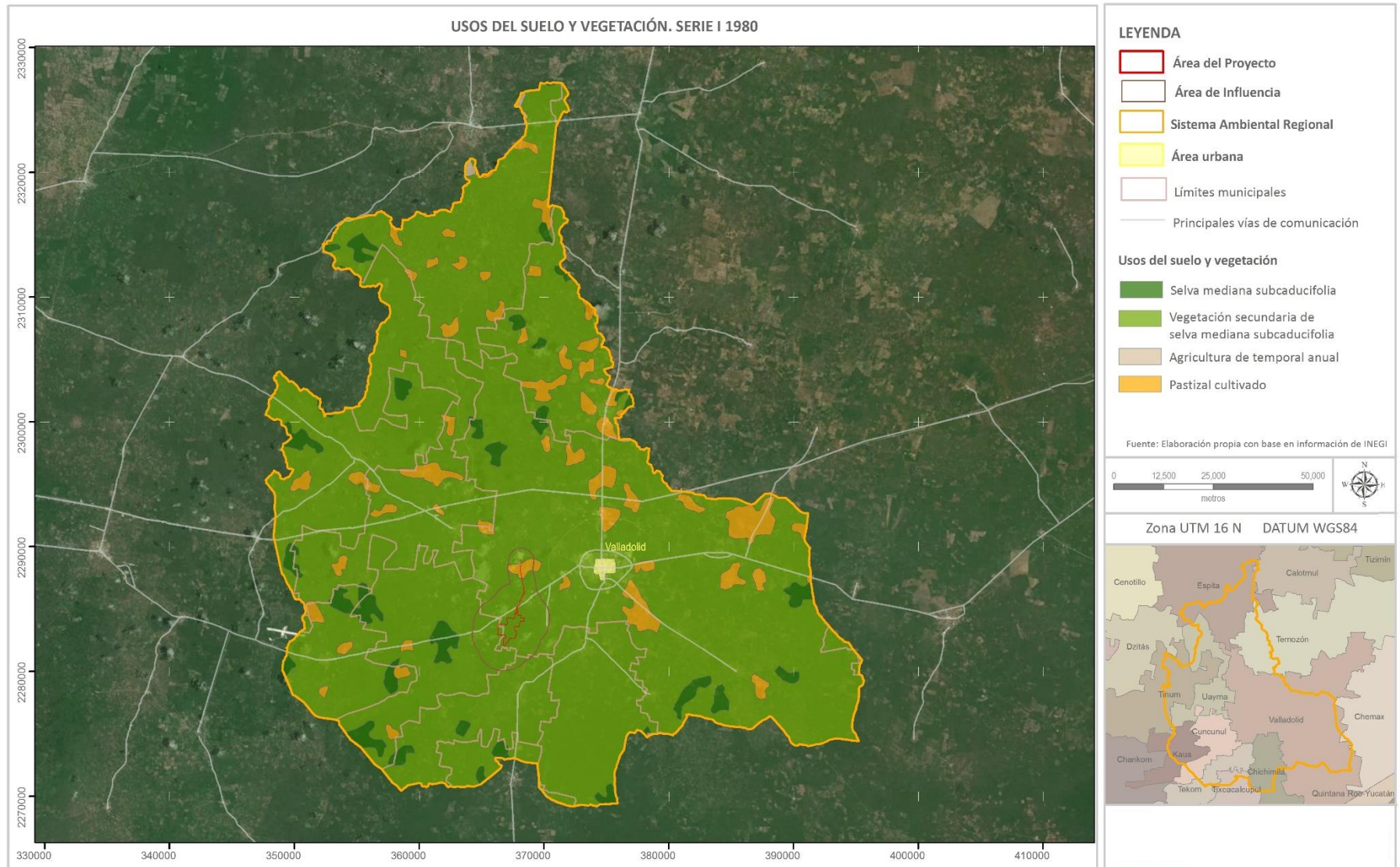
\*\* INEGI. 2000-2005. Carta de Usos del Suelo y Vegetación, Serie III. Escala 1:250,000.

En la siguiente gráfica se muestra como en 1980 los ecosistemas naturales ocupaban más del 90% del SAR mientras que para el periodo 2000-2005 disminuyó ocupar solo el 50%, debido principalmente al crecimiento de los ecosistemas modificados y en menor medida a los ecosistemas artificiales.



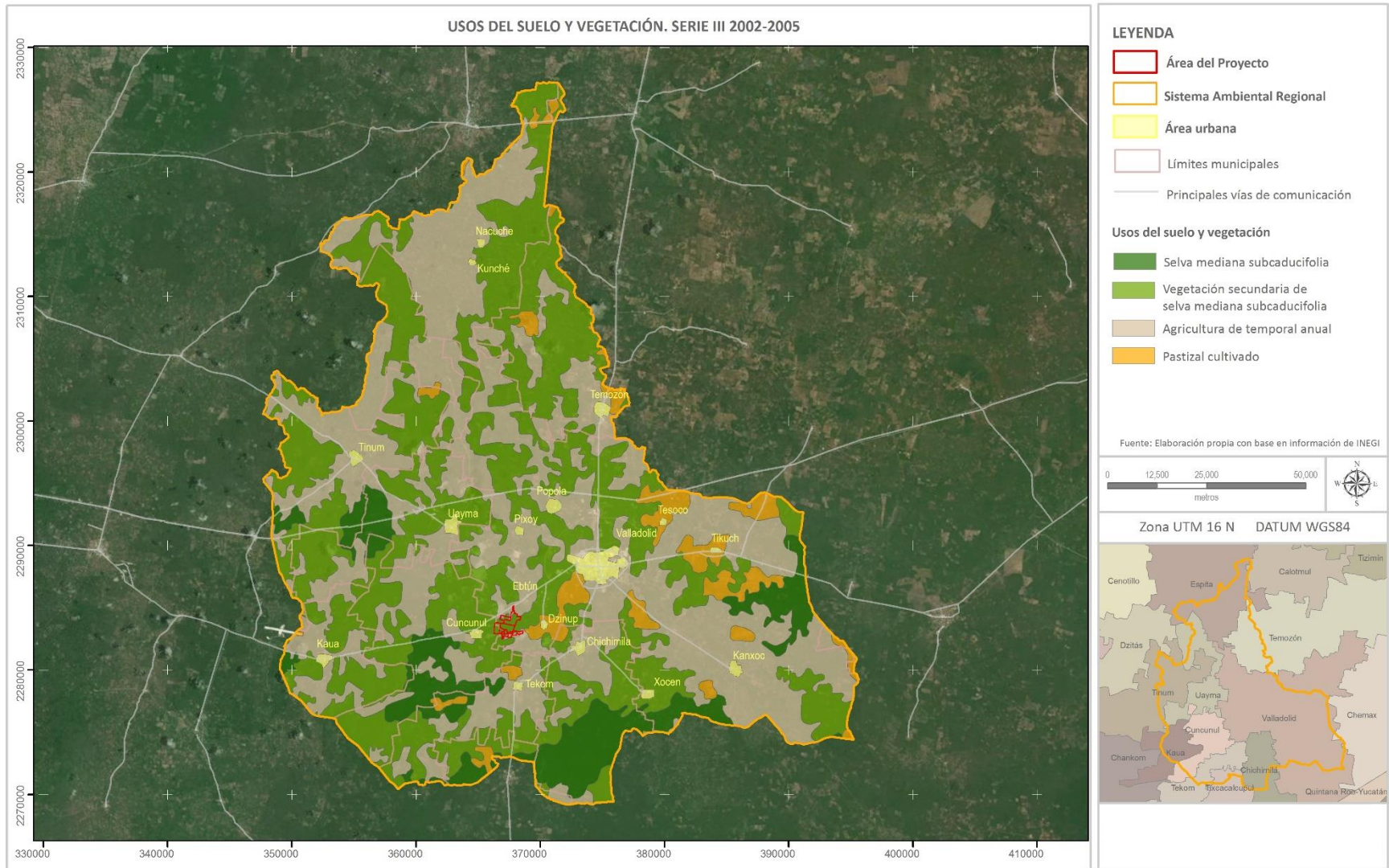
**Figura IV. 2. Análisis comparativo de los diferentes tipos de ecosistemas en dos periodos de acuerdo con los plano de usos del suelo y vegetación de INEGI.**

En las siguientes dos figuras se presenta la distribución de los usos del suelo y vegetación para los dos periodos analizados.



Fuente: Elaboración propia con base en la información de INEGI. Carta Usos del Suelo y Vegetación. Serie I

**Figura IV. 3. Usos del suelo y vegetación del SAR, 1980**



*Fuente: Elaboración propia con base en la información de INEGI. Carta Usos del Suelo y Vegetación. Serie III*

**Figura IV. 4. Usos del suelo y vegetación del SAR, 2002-2005.**

## IV.2.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SAR

### IV.2.2.1. ASPECTOS ABIÓTICOS

#### IV.2.2.1.1. CLIMA

De acuerdo con INEGI, en el SAR se registran un clima cálido subhúmedo, la temperatura media anual es mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. La precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual. Se registran dos subtipos climáticos Aw1 y Aw1(x').

**Tabla IV. 2. Descripción de los subtipos climáticos que se registran en el SAR**

Subtipo climático	Descripción
Aw1	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 El Área de Influencia y Área del Proyecto presentan este subtipo climático.
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 del 5% al 10.2% anual.

Para la caracterización del comportamiento de la precipitación y temperatura en el Área de Influencia y Área del Proyecto, se utilizaron los registros de la estación meteorológica No. 31042 Valladolid.

#### IV.2.2.1.2. TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN

Para determinar el comportamiento de la temperatura y precipitación, tanto en el SAR como en el Área del Proyecto, se utilizaron los registros de la estación meteorológica No. 31042 Valladolid ubicada a los 20°42'00" Latitud Norte y a los 88°13'00" Longitud Oeste y a una altura de 22.0 msnm. El periodo de registro es de 1951 al 2010.

La temperatura media anual es de 25.5°C, las temperaturas máximas se presentan en los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre que van de 27.7 °C a 27.1°C, en lo referente a las temperaturas mínimas, éstas se registran en diciembre, enero y febrero, con una media anual de 22.6°C, 23.0 y 23.1°C. La temperatura mínima normal anual es de 19.2°C y la máxima normal anual es de 31.9°C.

La precipitación media anual es de 1,221.1 mm, la precipitación máxima se presenta en el mes de septiembre. El mes más seco es marzo con 32.0 mm. Las precipitaciones máximas mensuales se presentan en los meses de agosto, septiembre y octubre, con 172.0 mm, 203.4 mm y 158.9 mm respectivamente.

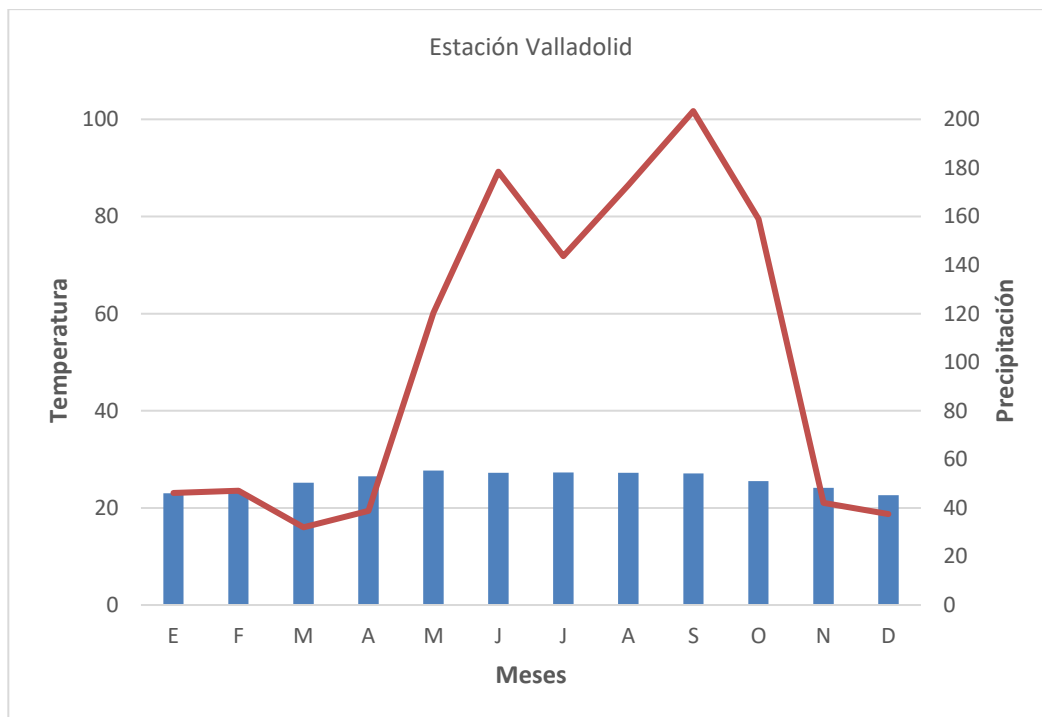
En la siguiente tabla se presentan los registros mensuales promedio de la Estación No.31042 Valladolid.

**Tabla IV. 3. Registros de temperatura y precipitación**

Mes	Temperatura media	Temperatura mínima	Temperatura máxima	Precipitación normal	Precipitación máxima mensual
<b>No. 31042 Valladolid</b>					
Enero	23.0	16.4	29.6	46.2	182.6
Febrero	23.1	16.3	29.9	47.0	170.6
Marzo	25.2	18.5	31.8	32.0	175.8
Abril	26.5	19.6	33.3	38.8	158.5
Mayo	27.7	21.1	34.3	120.3	350.5
Junio	27.2	21.2	33.3	178.4	319.3
Julio	27.3	21.1	33.5	143.7	281.4
Agosto	27.2	21.1	33.4	172.9	329.0
Septiembre	27.1	21.4	32.7	203.4	587.0
Octubre	25.5	19.9	31.1	158.9	368.1
Noviembre	24.1	18.0	30.2	42.0	135.0
Diciembre	22.6	16.1	29.2	37.5	125.0
Anual	25.5	19.2	31.9	1,221.1	--

Fuente: Servicio meteorológico Nacional. Normales climatológicas.

A continuación se presenta el diagrama ombrotérmico de Gausson que permite identificar el período seco en el cual la precipitación es inferior a dos veces la temperatura media. Si  $P \leq 2 \cdot t_m$  la curva de precipitaciones estará por debajo de la curva de temperaturas y el área comprendida entre las dos curvas nos indicará la duración e intensidad del período de sequía. En este caso los meses de sequía más fuerte son marzo, abril, noviembre y diciembre.



**Figura IV. 5. Diagrama ombrotérmico de la Estación Valladolid**



#### **IV.2.2.1.3. RADIACIÓN SOLAR**

México se encuentra entre los cinco países más atractivos del mundo para invertir en proyectos de energía solar fotovoltaica, tan sólo detrás de China y Singapur. Lo anterior debido a que el país forma parte del “cinturón solar” con una radiación mayor a 5 kWh por m<sup>2</sup> al día. (Secretaría de Economía, 2013).

Considerando lo anterior el SAR, se encuentra dentro del cinturón solar y de acuerdo a los estudios de factibilidad del proyecto, la radiación promedio de 56.492 Kwh/m<sup>2</sup> al día, por lo que el área es ideal para la producción de energía fotovoltaica.



**Tabla IV. 4. Radiación Solar del Área del Proyecto. Día típico: soleado, parcialmente nublado y nublado, para Invierno, Primavera, Verano y Otoño. GlobHor. [W/m<sup>2</sup>]**

Horas	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Día soleado																								
Invierno	0	0	0	0	0	0	12	226	479	709	862	949	955	881	733	524	300	76	0	0	0	0	0	0
Primavera	0	0	0	0	0	11	197	429	657	857	995	1080	1166	962	811	604	357	121	1	0	0	0	0	0
Verano	0	0	0	0	0	5	171	416	686	844	975	1040	1041	967	823	617	380	174	7	0	0	0	0	0
Otoño	0	0	0	0	0	0	99	307	581	787	808	859	829	734	593	371	147	4	0	0	0	0	0	0
Día Parcialmente nublado																								
Invierno	0	0	0	0	0	0	4	150	343	503	593	669	663	652	547	386	204	23	0	0	0	0	0	0
Primavera	0	0	0	0	0	2	128	341	541	695	844	879	881	781	635	468	265	87	0	0	0	0	0	0
Verano	0	0	0	0	0	2	120	304	496	645	742	759	742	691	580	440	272	104	2	0	0	0	0	0
Otoño	0	0	0	0	0	0	24	188	352	479	573	595	594	548	442	284	100	1	0	0	0	0	0	0
Día nublado																								
Invierno	0	0	0	0	0	0	1	15	33	67	61	239	187	307	55	40	21	3	0	0	0	0	0	0
Primavera	0	0	0	0	0	0	13	73	208	193	333	348	330	313	59	44	26	9	0	0	0	0	0	0
Verano	0	0	0	0	0	1	38	158	252	340	299	384	135	134	63	64	32	9	0	0	0	0	0	0
Otoño	0	0	0	0	0	0	5	21	42	53	216	183	69	196	170	57	11	0	0	0	0	0	0	0

*Fuente: Elaborado por Solar Century*

#### IV.2.2.1.4. VIENTOS

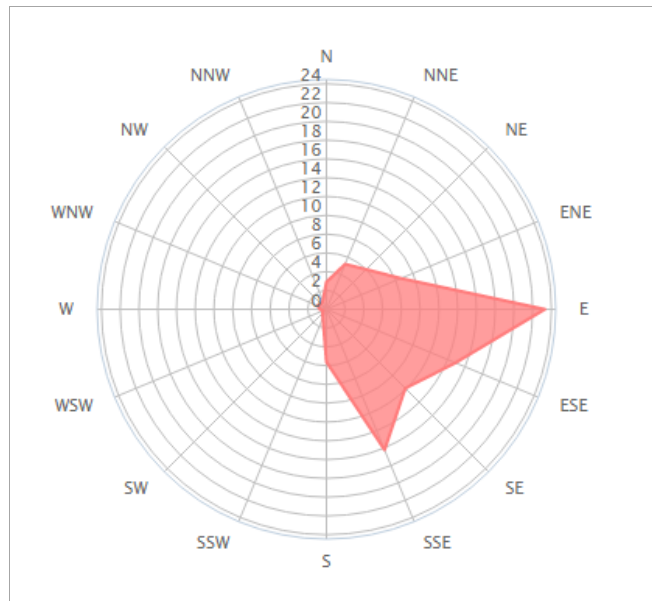
De acuerdo a los registros obtenidos de la estación meteorológica del aeropuerto de Chichen-Itzá, la velocidad promedio es de 17 km/hr. En la siguiente tabla se desglosan los datos mensuales.

**Tabla IV. 5. Estadísticas de la dirección y velocidad del viento de la estación Chicen-Itzá.**

Concepto	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Velocidad del viento promedio en (km/h)	17	19	19	19	19	17	15	17	17	17	17	17
Dirección	90	157	157	157	90	90	90	90	90	90	90	157

Fuente: <http://es.windfinder.com>

En la siguiente figura se muestra la rosa de viento promedio que se realizó a partir de los datos de registro de la estación meteorológica del aeropuerto de Chichen Itzá.



Fuente: <http://es.windfinder.com>

**Figura IV. 7. Rosa de los vientos del Aeropuerto de Chichen Itzá**

#### **IV.2.2.1.5. VIENTOS ALISIOS**

Los vientos alisios penetran con fuerza a la Península de Yucatán entre los meses de mayo a octubre y son el principal aporte de lluvia estival. Se originan por el país desplazamiento de grandes masas de aire provenientes de la Celda Anticiclónica, localizada en la porción centro norte del océano Atlántico. Estos vientos giran en el hemisferio norte en el sentido de las manecillas del reloj por efecto del movimiento de rotación del planeta, atraviesan la porción central del Atlántico y el Mar Caribe, cargándose de humedad.

El sobrecalentamiento del mar en el verano ocasiona que estos vientos se saturen de nubosidad y se enfríen relativamente al chocar con los continentes por lo que provocan las lluvias de verano. (UADY, 1999).

#### **IV.2.2.1.6. NORTES**

En los meses de enero a marzo se originan “frentes” producto del choque de las masas frías del norte con el aire tropical del país, al pasar por el mar de las Antillas y el Golfo de México se saturan de agua en forma de nubosidad depositada posteriormente como lluvia; a esto se le conoce como “Norte”. En la Península de Yucatán ocasiona la lluvia invernal que en algunos años llega a ser tan elevada que abarca más del 15% del total anual. La duración de efecto de los nortes puede ser en promedio de tres días, periodo en que cubre su trayectoria total.

#### **IV.2.2.1.7. CICLONES TROPICALES**

Un ciclón tropical consiste en una gran masa de aire cálida y húmeda con vientos fuertes que giran en forma de espiral alrededor de una zona central de baja presión. Los ciclones tropicales generan lluvias intensas, vientos fuertes, oleaje grande y mareas de tormenta. (CENAPRED et al.2002).

El estado de Yucatán es propenso a sufrir embates constantes de ciclones tropicales, debido a la ubicación geográfica en la que se encuentra y por contar con ciertas condiciones de formación en el Océano Atlántico, mismas que dependen de al menos tres características: Un disturbio atmosférico preexistente (Onda Tropical) con tormentas embebidas en el mismo; temperaturas oceánicas cálidas de al menos 26 °C, desde la superficie del mar hasta 15 metros por debajo de ésta; y vientos débiles en los niveles altos de la atmósfera que no cambian mucho en dirección y velocidad.

Los ciclones tropicales se clasifican de acuerdo con la presión que existe en su centro o a la velocidad de sus vientos. Se les denomina depresión tropical (presión de 1008 a 1005 milibar (mb) o velocidad de los vientos menor que 63 km/h), tormenta tropical (presión de 1004 a 985 mb o velocidad del viento entre 63 y 118 km/h) y huracán (presión menor que 984 mb o velocidad del viento mayor que 119 km/h). En la siguiente tabla se presenta la clasificación de huracanes, según Saffir-Simpson. (CENAPRED et al.2002).

**Tabla IV. 6. Categoría de ciclones tropicales de acuerdo a la clasificación de Saffir-Simpson**

Categoría	Presión central	Vientos km/h
Perturbación tropical	1008.1 a 1010	--
Depresión tropical	1004. a 1008	<62
Tormenta tropical	985.1 a 1004	62.1 a 118
Huracán categoría 1	980.1 a 985	118.1 a 154
Huracán categoría 2	965.1 a 980	154.1 a 178
Huracán categoría 3	945.1 a 965	178.1 a 210
Huracán categoría 4	920.1 a 945	210.1 a 250
Huracán categoría 5	<920	>250

Fuente: CENAPRED e IMTA. 2002. Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales

En el estado de Yucatán se han presentado 107 eventos en 158 años partiendo del año 1852 al 2010. Donde de los 107 eventos los de mayor recurrencia en ese intervalo de tiempo han sido las tormentas tropicales con 47 eventos, depresiones tropicales con 20 eventos, huracán categoría 2 con 18 eventos, huracán categoría 1 con 12 eventos y con 2, 5 y 3 eventos los huracanes con categoría 3, 4 y 5 respectivamente. La formación de los ciclones tropicales se ha originado principalmente en 67 ocasiones en el Mar del Caribe y 24 en la parte central de Océano Atlántico Norte, el resto se ha distribuido en las cercanías del Estado. Los huracanes más dañinos fueron: Allen (1980), Gilberto y Opal (1988), Roxana (1995), Emily y Wilma (2005). Cabe señalar que los huracanes más destructivos que han azotado la región del Estado de Quintana Roo fueron Gilberto y Wilma, ambos de categoría 5, provocando severos daños ambientales y económicos al Estado. (CONAGUA, 2010; POEL, 2011).

De acuerdo al Atlas de peligros por fenómenos naturales del Estado de Yucatán elaborado por el Servicio Geológico Mexicano, en las áreas urbanas ubicadas en la porción Oriente del Estado (Tizimín y Valladolid) los resultados de los periodos de retorno para ciclones tropicales son: Depresión tropical 4.4, tormenta tropical 6.5, huracán categoría uno 12.8, categoría dos 15.8-16.2, categoría tres 45.5 y categoría cinco 155) excepto en la categoría de huracán 4 en donde los resultados fueron de 90.7 en Tizimín y 68.9 en Valladolid.. (Servicio Geológico Mexicano. 2013).

Durante el periodo de 1940 al 2015, la trayectoria de siete ciclones tropicales han atravesado el SAR, el rango de velocidad registrado en el SAR va de 30 a un máximo de 130 km/h. En la siguiente tabla se presenta el listado de los ciclones tropicales, año y velocidad registrada.

**Tabla IV. 7. Categoría de huracanes de acuerdo a la clasificación de Saffir-Simpson y la velocidad máxima de vientos sostenidos cuando atravesaron el SAR durante el periodo 1940-2015**

Nombre	Año	Vientos sostenidos en km/h en el SAR
Sin nombre	1944	60
Charlie	1951	90
Beulah	1967	90
Gilberto	1988	130
Opal	1995	30
Cindy	2005	30
Emily	2005	115

Fuente: <https://coast.noaa.gov/hurricanes>

En la siguiente figura se presenta la trayectoria de los ciclones tropicales que han atravesado el SAR.

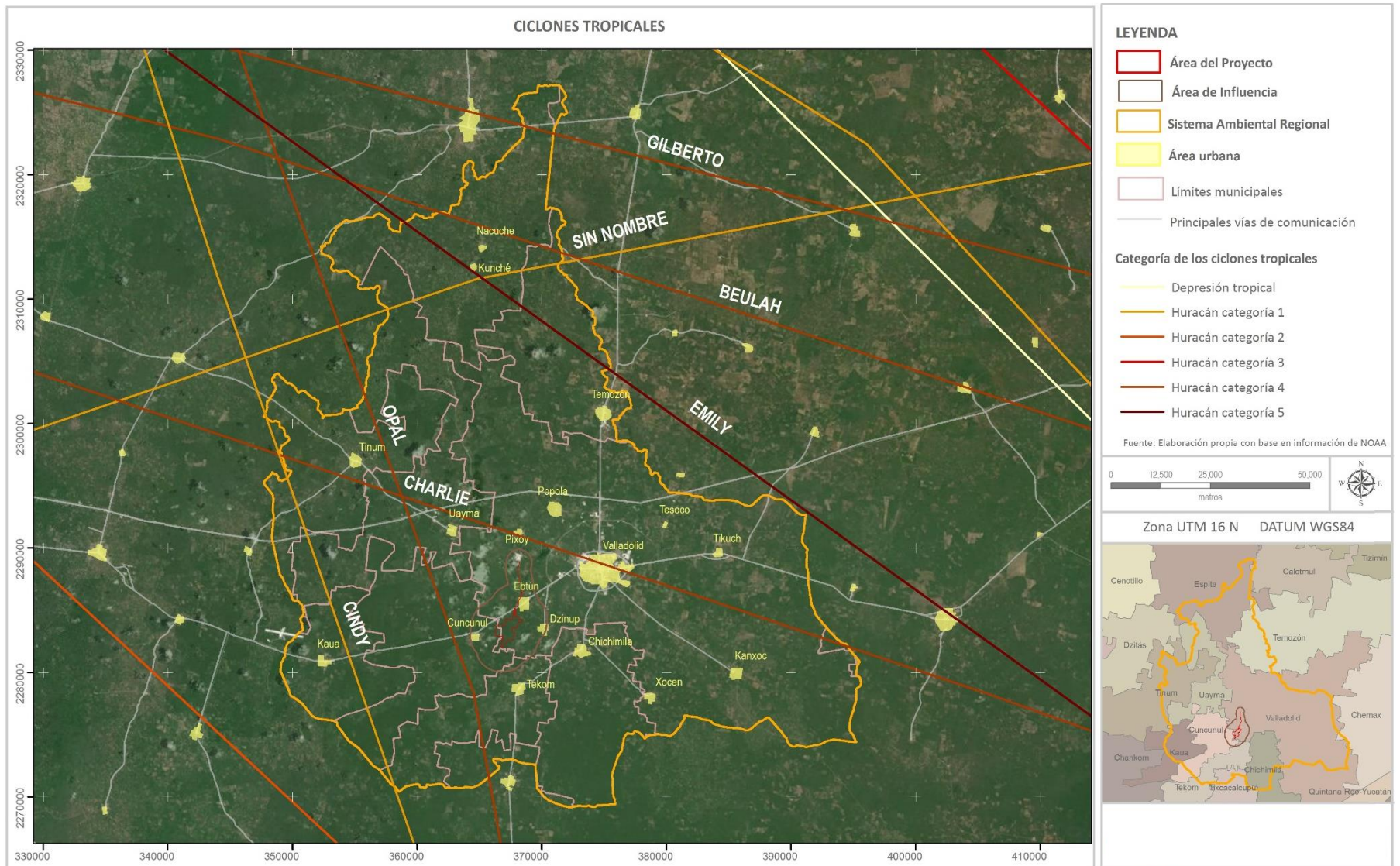


Figura IV. 8. Trayectorias de huracanes que han atravesado el SAR en el periodo de 1940-2015.

Fuente: <https://coast.noaa.gov/hurricanes/>

#### IV.2.2.1.8. CALIDAD DEL AIRE

No existen datos sobre la calidad del aire de la región, sin embargo se puede suponer que no existen problemas de contaminación atmosférica, debido a que las fuentes de emisión son prácticamente nulas, ya que no existen desarrollos industriales que puedan generar contaminantes; la ausencia de barreras físicas (macizos o cadenas montañosas) que dificulten su dispersión; y a que los vientos que soplan todo el año no permiten la acumulación de contaminantes.

Los incendios forestales son las principales fuentes de emisión de contaminantes. La temporada de incendios, fuertemente vinculada con la de sequía, se establece a partir de enero, llegando a su máximo en abril y mayo. En los años con lluvias abundantes el riesgo de incendios antropogénicos se ve disminuido, pero aumenta el generado por descargas eléctricas.

#### IV.2.2.1.9. EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

Las emisiones totales de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en el Estado de Yucatán, estimadas para las cinco categorías, son de 7,738.66 Gg; mientras que las emisiones de gas metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), son 57.83 Gg y 3.28 Gg respectivamente, que hacen un total del 10,130.19 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente. Las estimaciones de las emisiones de los otros gases contaminantes de la atmósfera arrojaron que se emite 182.94 Gg de monóxido de carbono (CO), 53.20 Gg de compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano (COVDM), 34.26 Gg de óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y 11.15 Gg de óxido de azufre (SO<sub>2</sub>). (SEDUMA, 2013).

El sector que mayores emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente aporta al estado, para el año 2005, es Energía con un porcentaje de 59.29%, seguido por Agricultura, Uso del suelo, Cambio del uso de suelo y silvicultura (USCUSS), Procesos Industriales y Desechos contribuyendo con el 18.21%, 13.43%, 5.81% y 3.26% respectivamente. (SEDUMA, 2013).

**Tabla IV. 8. Emisiones estimadas de gases de efecto invernadero del Estado de Yucatán**

Sector o categoría	Emisiones (Gg) <sup>****</sup>			
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> equivalente <sup>***</sup>
1. Energía	5,976.54	0.65	0.05	6,006.28
2. Procesos Industriales*	427.60	--	--	588.73**
3. Agricultura	-	41.86	3.12	1,844.80
4. Uso del suelo, cambio del uso de suelo y silvicultura	1,334.30	1.08	0.01	1,360.08
5. Desechos	0.22	14.24	0.10	330.30
Total	7,738.66	57.83	3.28	10,130.19

Nota\* Las emisiones de la categoría Procesos Industriales corresponde al año 2004. \*\*Incluidos los halocarburos  
\*\*\* El valor del Potencial de Calentamiento Global para CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O es de 21 y 310 respectivamente (IPCC, 1996).\*\*\*\* Un gigagramo (Gg) equivale a mil toneladas.

Fuente: SEDUMA, et al. 2013. *Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero, 2005.*

Las emisiones de gases de efecto invernadero que se contabilizan en el sector energía incluyen las emisiones de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y gases indirectos de efecto invernadero, también llamados precursores de ozono, tales como monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), compuestos orgánicos volátiles diferentes al metano (COVDM) y bióxido de azufre (SO<sub>2</sub>). Estas emisiones provienen, en su mayoría, de la quema de combustibles fósiles en fuentes fijas de combustión y fuentes móviles de combustión. (SEDUMA, 2013).

Para el Estado de Yucatán, el sector Energía estimó una emisión de 6,006.28 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente derivado de fuentes de combustión en el año 2005. Por otra parte, la subcategoría Industrias de la Energía es la que más contribuye en las emisiones de GEI, generando el 57.57% del total antes mencionado, seguida del Transporte con el 35.90% y la Industria Manufacturera con el 6.46%, mientras que la contribución de la subcategoría de Servicios es casi nula con un 0.07%. (SEDUMA, 2013).

En cuanto a las emisiones de los gases indirectos de efecto invernadero, la subcategoría Transporte es la que mayores emisiones genera durante sus procesos de combustión, aportando un 59.37% de NO<sub>x</sub>, 99.26% de CO, 98.84% de COVDM y 7.6% de SO<sub>2</sub>. Sin embargo, respecto a las emisiones de SO<sub>2</sub>, la subcategoría Industrias de la Energía es la que más emisiones genera, con 9.57 Gg que equivale al 87.46% de SO<sub>2</sub> del total de estimaciones del Estado. (SEDUMA, 2013).

Actualmente las actividades energéticas tienen una importante contribución a las emisiones de GEI, por ejemplo, en Yucatán la totalidad de la electricidad generada utiliza tecnología de consumo de combustibles, que al ser quemados generan los GEI, por lo que es adecuado enfocarnos en tecnologías donde se dependa cada vez menos de este tipo de combustibles y utilizar fuentes de energía alternas. (SEDUMA, 2013).

No existen datos sobre las emisiones que se registran en el SAR, pero actúa principalmente como sumidero, debido a que mantiene en la mayor parte de la superficie cobertura vegetal, constituida por la selva mediana subcaducifolia con vegetación secundaria arbórea.

#### IV.2.2.1.10. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

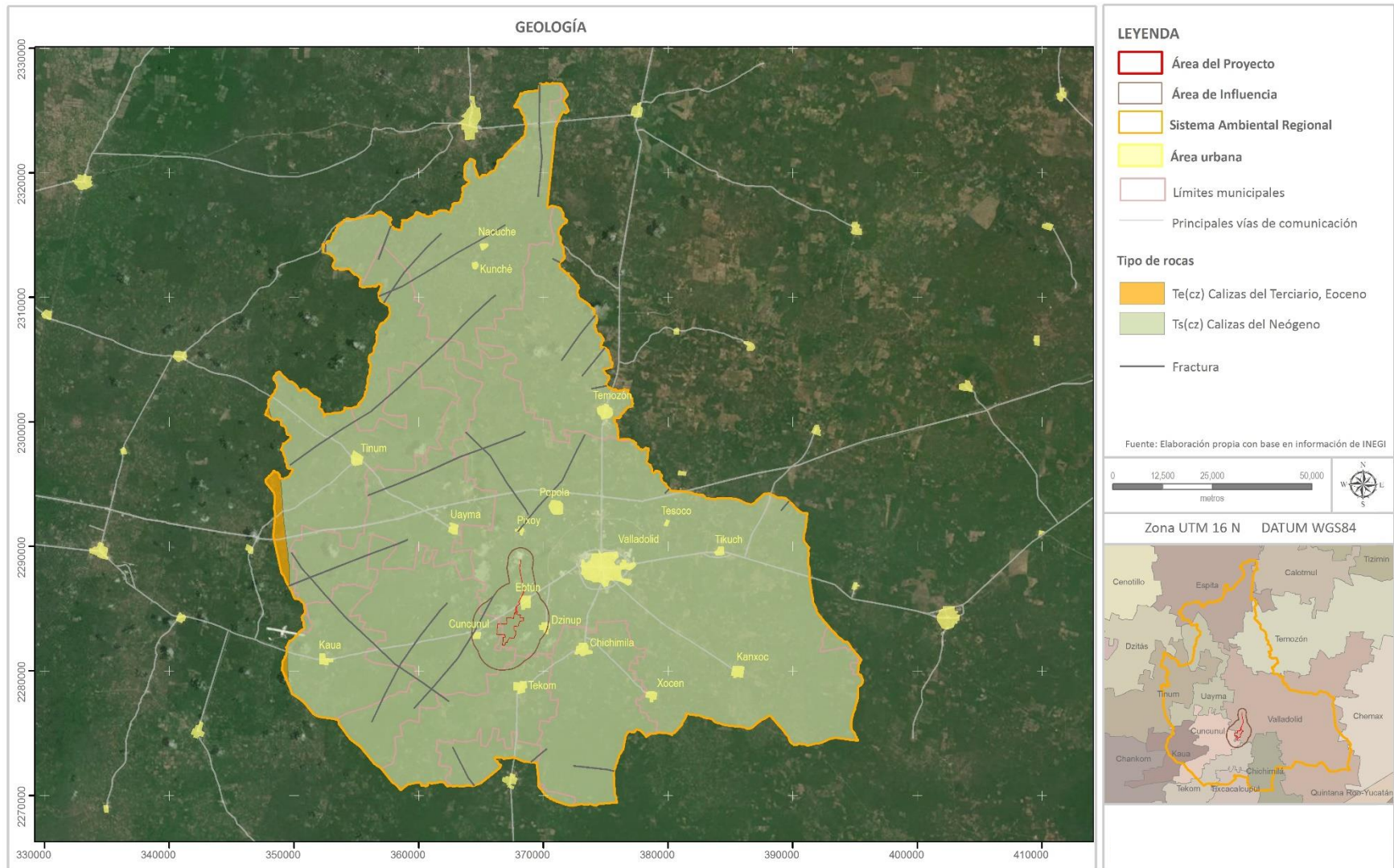
##### *GEOLOGÍA*

La Península de Yucatán se caracteriza por un basamento metamórfico de edad paleozoica sobre el cual ha evolucionado una secuencia sedimentaria de más de 3,000 metros de espesor depositada desde el Jurásico hasta el Reciente. Aparentemente la fuente de los materiales provenía de un basamento paleozóico. En el Cretácico Superior en la Península de Yucatán se manifestaron cambios en la sedimentación, por lo que la porción central comenzó a emerger hasta quedar expuesta. En el Sistema Ambiental Regional, predominan las rocas sedimentarias del Terciario Superior.

Una falla es la ruptura de la corteza en donde sí ha habido desplazamiento entre los bloques y pueden ser: falla normal, inversa, lateral inversa y rotacional. La falla normal, también llamada directa o de gravedad, se caracteriza porque el plano de falla buza hacia el lado hundido. Se genera como respuesta esfuerzos distensivos. La superficie a lo largo de la cual se produce el movimiento es la superficie o plano de falla.

En el caso de la fractura aunque se presenta la ruptura en la corteza no se registran desplazamientos. En el SAR no se registran fallas, únicamente fracturas como se puede observar en la siguiente figura.





Fuente: Elaboración propia con base en la información de INEGI. Carta Geologica

**Figura IV. 9. Tipos de roca y ubicación de las fracturas del SAR.**

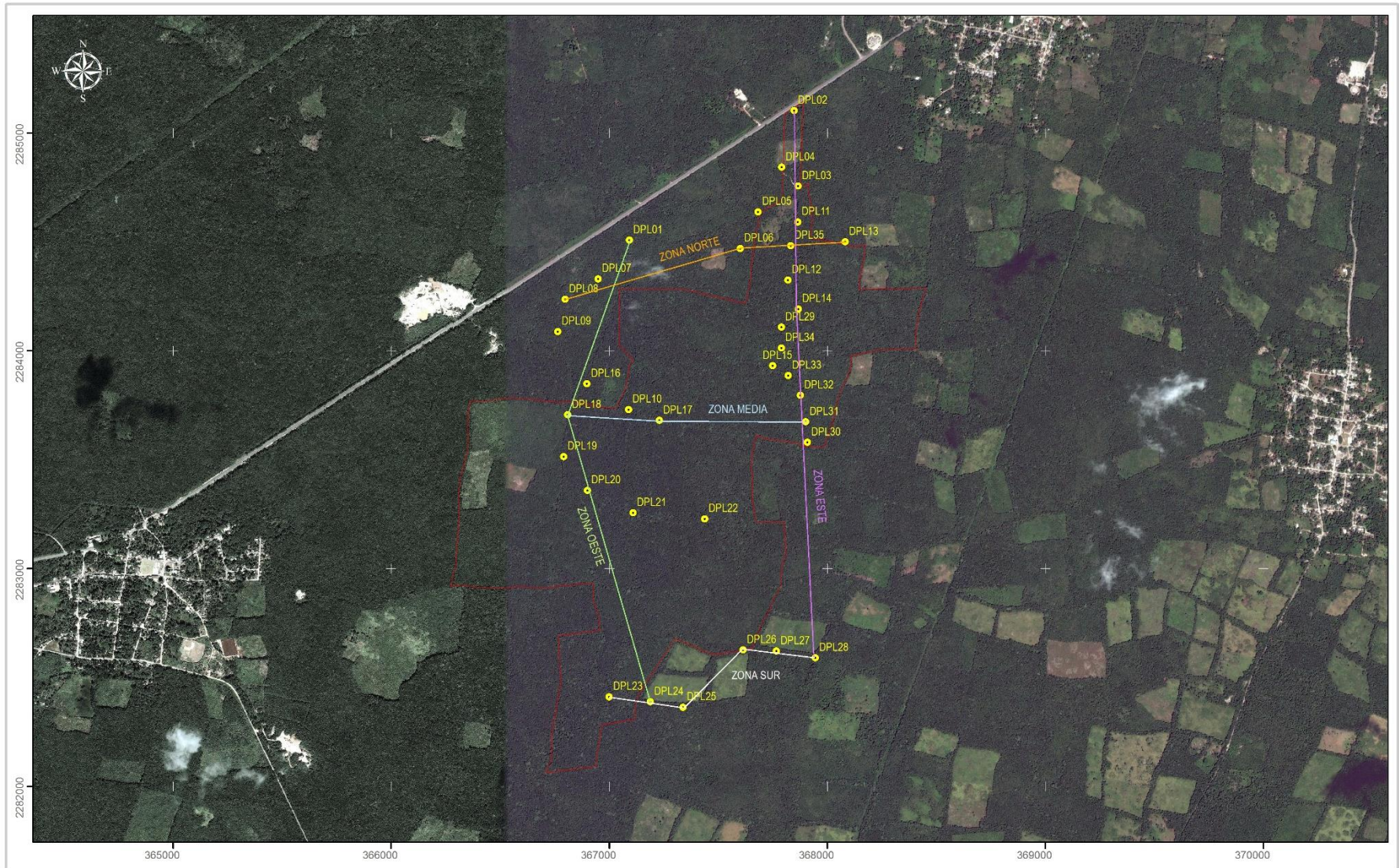
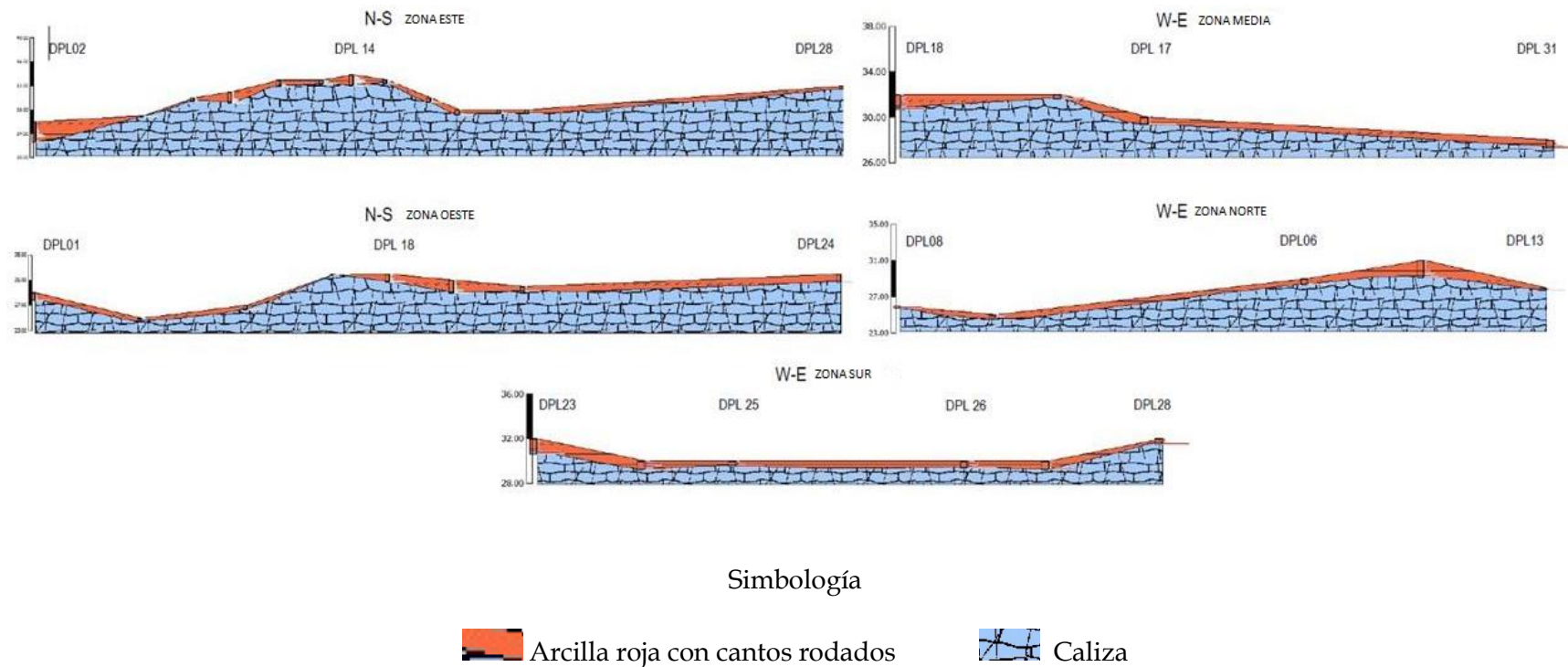


Figura IV. 10. Ubicación de los puntos de muestreo del estudio geotécnico y de los perfiles obtenidos

En el Área del Proyecto se registra una capa de arcilla que tiene un espesor que va desde menos que 10 cm a unos 350cm en algunas áreas particulares, por debajo se encuentra la capa de calizas, como se observa en la siguiente figura.



**Figura IV. 11. Perfiles obtenidos a partir del estudio geotécnico , su ubicación se presenta en el plano de la página anterior**

El estudio geotécnico completo se presenta en anexo.

## GEOMORFOLOGÍA

El SAR, Área de Influencia y el Área del Proyecto, se encuentra principalmente en la Provincia Fisiográfica Península de Yucatán, y en la subprovincia fisiográfica No.62 Carso Yucateco.

La provincia fisiográfica Península de Yucatán se caracteriza por que el terreno es predominantemente plano, su altitud promedio es menor a 50 m sobre el nivel del mar y sólo en el centro-sur pueden encontrarse elevaciones hasta de 350 metros. Es una gran plataforma parcialmente emergida, constituida por rocas carbonatadas y evaporíticas del mesozoico tardío y Cenozoico.

La Subprovincia fisiográfica Carso Yucateco, está formada en una losa calcárea cuya topografía se caracteriza por la presencia de carsticidad, ligera pendiente descendente hacia el Oriente y hacia el Norte hasta el nivel del mar; con un relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones; con elevaciones máximas de 22 m en su parte Suroeste. Dada la solubilidad de las rocas, son frecuentes las dolinas y depresiones en donde se acumulan arcillas de descalcificación. En términos generales muestra una superficie rocosa con ligeras ondulaciones y carece en casi toda su extensión de un sistema de drenaje superficial. En el SAR se pueden observar básicamente dos tipos de topoformas:

**Tabla IV. 9. Provincias y subprovincias fisiográficas donde se ubica el SAR**

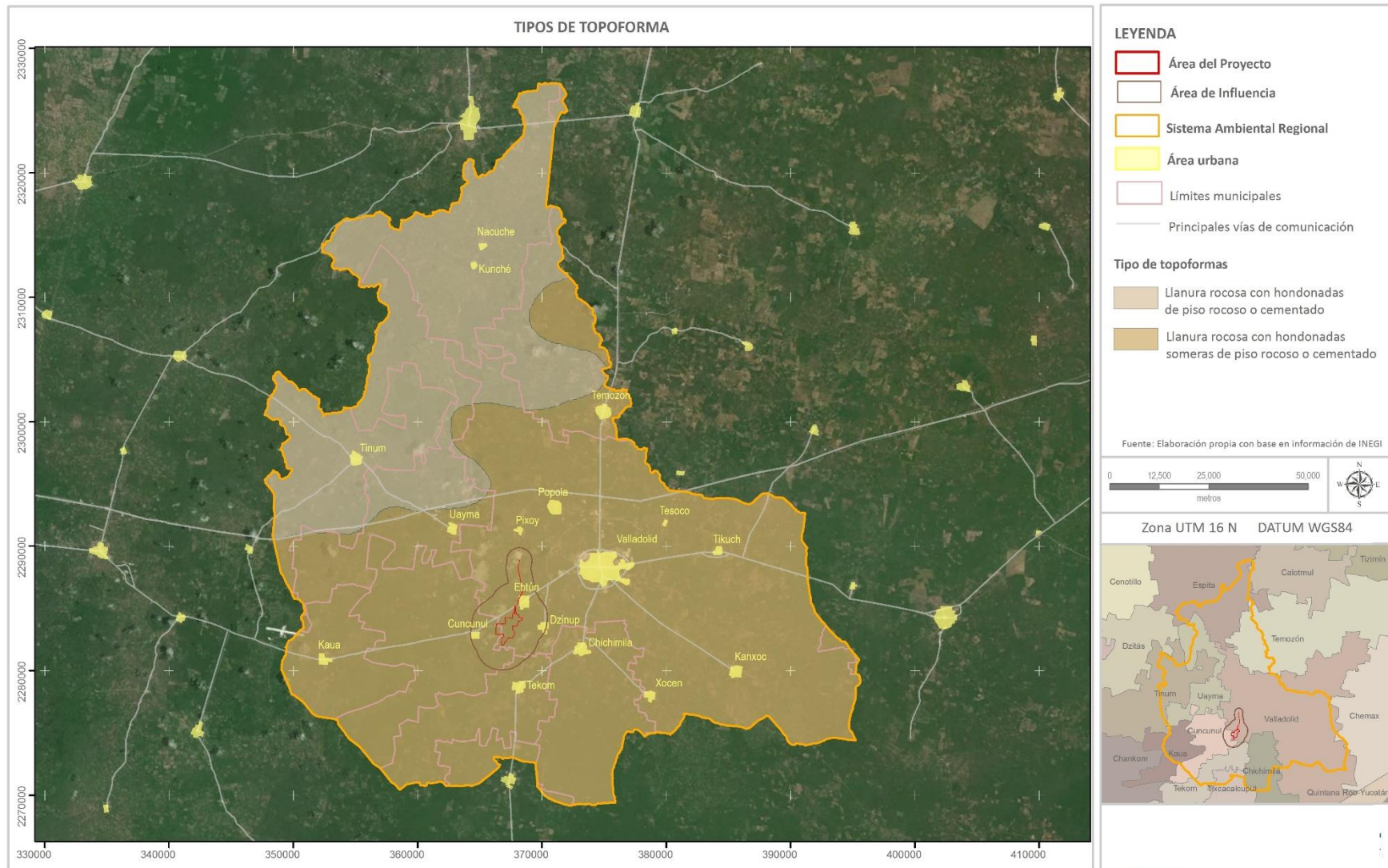
Provincia fisiográfica	Subprovincia fisiográfica	Topoforma
Península de Yucatán	Carso Yucateco	Llanura rocosa con hondonadas someras de piso rocoso o cementado
		Llanura rocosa con hondonadas de piso rocoso o cementado

Fuente: INEGI. 2001. Carta de Provincias y Subprovincias fisiográficas. Serie I. Escala 1:1000,000.

El Área de Influencia y Área del Proyecto se ubican en una llanura rocosa con hondonadas someras de piso rocoso o cementado.

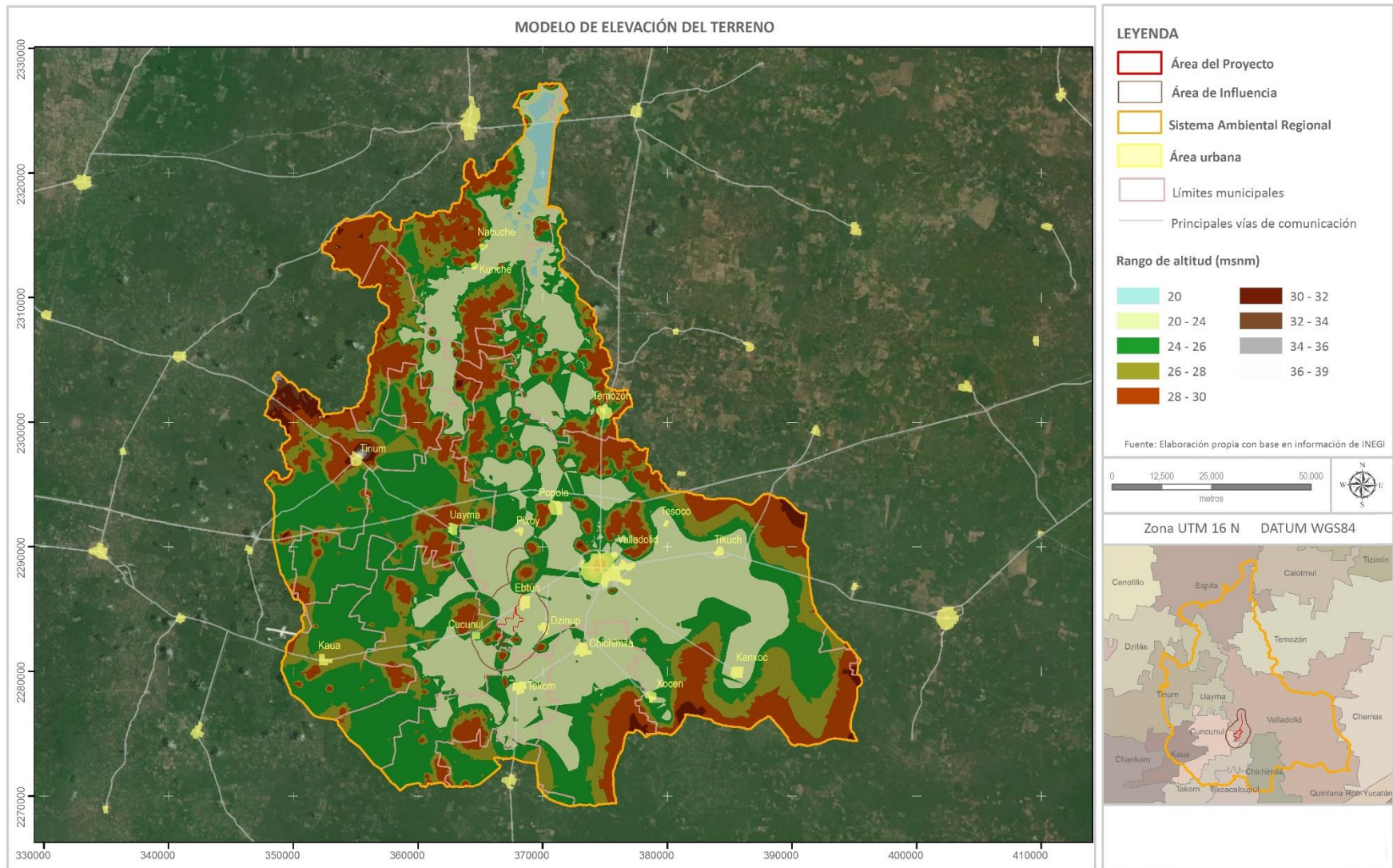
De acuerdo al modelo digital de elevación de INEGI de 15 metros, en el SAR se registran altitudes que van de 5 a 39 msnm, las cotas más elevadas que van del rango de 28 a 32 msnm se localizan al noroeste y sureste de la cuenca delimitada. El Área de Influencia y Área del Proyecto se localizan predominantemente en el rango de 20 a 24 ms.n.m. aunque existen zonas aisladas con altitudes que van de 26 a 30 ms.n.m.

Se elaboró un plano de pendiente mediante un SIG y con base en el modelo digital de INEGI, como resultado de esto se observa que en el SAR no existen pendientes pronunciadas, el máximo que se registra son de aproximadamente del 6%, las zonas con pendientes de este rango se ubican principalmente al norte y sur de la cuenca, en puntos muy localizados.



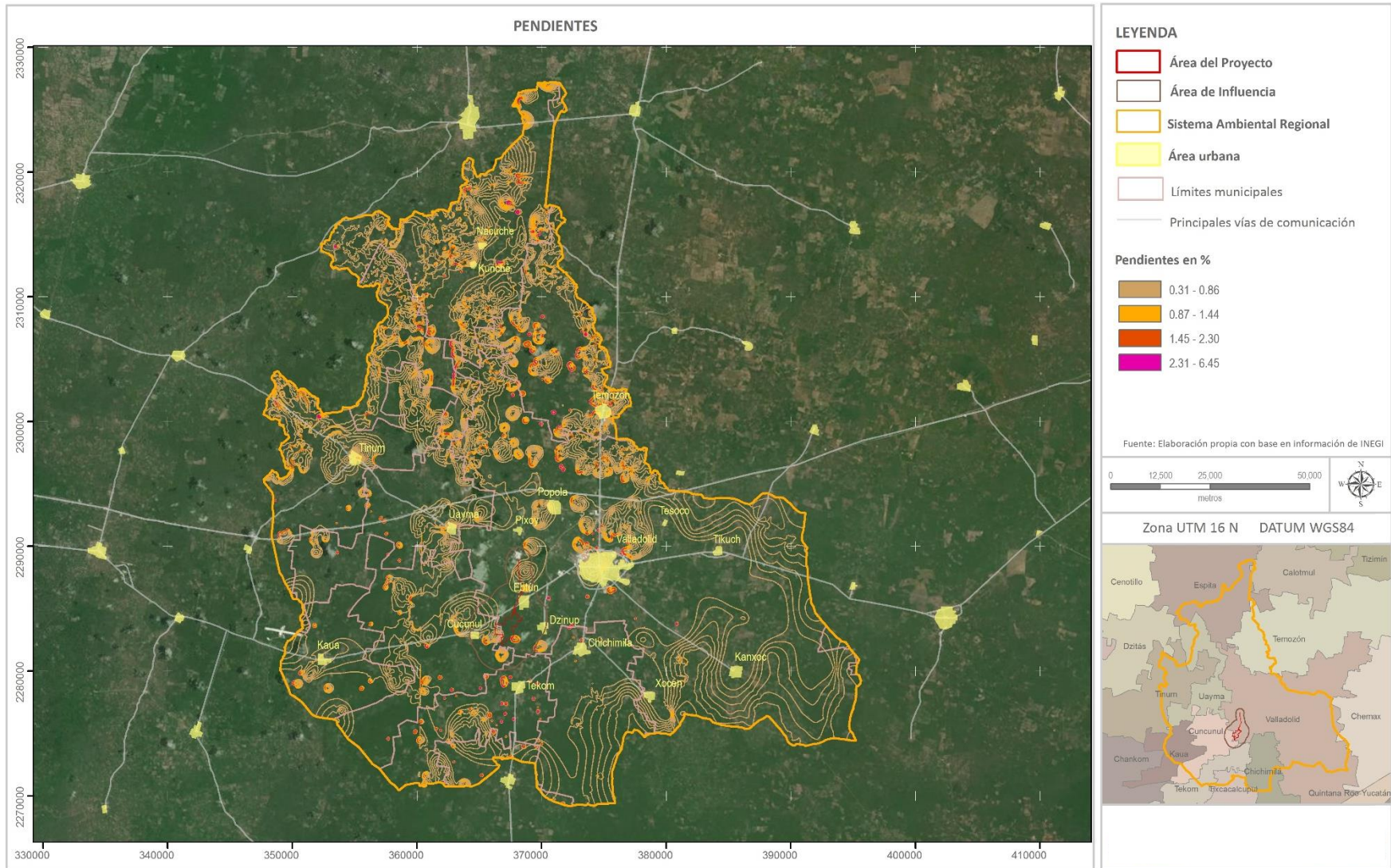
*Fuente: Elaboración propia con base en la información de INEGI. Carta Fisiográfica.*

**Figura IV. 12. Tipos de topoformas**



*Fuente: Elaboración propia con base en la información de INEGI. Modelo Digital del Terreno*

**Figura IV. 13. Altitud del SAR en msnm**



Fuente: Elaboración propia con base en la información de INEGI. Modelo Digital del Terreno

**Figura IV. 14. Curvas de nivel y pendientes**

### SUSCEPTIBILIDAD A LA ZONA A LA SISMICIDAD

La vulnerabilidad sísmica se podría considerar como una expresión que relaciona las consecuencias probables de un movimiento de tierra sobre una construcción, una obra de ingeniería o un conjunto de bienes o sistemas expuestos con la intensidad del temblor que podría generarlas. Con fines de diseño antisísmico la República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas, esto se realizó de acuerdo a los catálogos de sismos ocurridos desde inicios de siglo pasado (CENAPRED, 2000).



Fuente: CENAPRED. 2000. Clasificación de la República Mexicana de acuerdo con la regionalización sísmica.

**Figura IV. 15. Zonas sísmicas de la República Mexicana.**

En la siguiente tabla, se presenta la descripción de cada una de las zonas.

**Tabla IV. 10. Zonas sísmicas de la República Mexicana.**

Zona	Descripción
A	Zona donde no hay registros históricos de sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración a causa de temblores.
B y C	Zonas intermedias, donde se reportan sismos no tan frecuentes o afectados por altas aceleraciones, pero no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.
D	Zonas donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia del sismo es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

Fuente: CENAPRED. 2000. Clasificación de la República Mexicana de acuerdo con la regionalización sísmica.



El SAR se localiza, de acuerdo a la regionalización sísmica, en una Zona A, es decir, se encuentra en una región donde no hay registros históricos de sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración a causa de temblores.

#### IV.2.2.1.11. SUELOS

El suelo es el resultado de la interacción de varios factores formadores. Como resultado de dicha interacción se generan diferentes procesos simples o complejos, los cuáles se pueden observar en su morfología y en sus características físico-químicas. Está formado por capas u horizontes que indican los diferentes procesos y tipos de suelos, por lo que se considera un elemento dinámico, abierto al medio que lo rodea, y en constante cambio (INEGI, 1981).

En el SAR se identificaron cuatro tipos de suelo de acuerdo a la clasificación de INEGI: Leptosol, Luvisol, Litosol y Cambisol. En el Área del Proyecto, predomina el leptosol. En la siguiente tabla se presentan las principales características de estos tipos de suelo.

**Tabla IV. 11. Tipos de textura del suelo en el Área del Proyecto.**

Tipo de suelo	Principales características
Leptosol	Del griego leptos, delgado, se caracterizan por su escasa profundidad (menor a 25 cm). Una proporción importante de estos suelos se clasifica como leptosoles líticos, con una profundidad de 10 centímetros o menos. Otro componente destacado de este grupo son los leptosoles réndzicos, que se desarrollan sobre rocas calizas y son muy ricos en materia orgánica. En algunos casos son excelentes para la producción agrícola, pero en otros pueden resultar muy poco útiles ya que su escasa profundidad los vuelve muy áridos y el calcio que contienen puede llegar a inmovilizar los nutrientes minerales. Los leptosoles dominan en la península de Yucatán, un territorio que emergió del fondo oceánico en fecha relativamente reciente, por lo que sus suelos no han tenido tiempo suficiente para desarrollarse
Luvisol	Literalmente, suelo con acumulación de arcilla se caracterizan por tener un enriquecimiento de arcilla en el subsuelo. Son frecuentemente rojos o amarillentos, aunque también presentan tonos pardos, que no llegan a ser oscuros. Son suelos con alta susceptibilidad a la erosión.
Litosol	Del griego lithos: piedra. Literalmente, suelo de piedra. Se caracterizan por su profundidad menor de 10 centímetros, limitada por la presencia de roca, tepetate o caliche endurecido.
Cambisol	Literalmente, suelo que cambia. Estos suelos son jóvenes, poco desarrollados, Se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa con terrones que presentan vestigios del tipo de roca subyacente y que además puede tener pequeñas acumulaciones de arcilla, carbonato de calcio, fierro o manganeso. También pertenecen a esta unidad algunos suelos muy delgados que están colocados directamente encima de un tepetate.

*Fuente: INEGI. 1990. Guías para la interpretación de cartografía. Edafología.*

Los diferentes tipos de suelos, se caracterizan también por la textura que indica el tamaño general de las partículas que forman el suelo, así como la fase física que señalan la presencia de fragmentos de roca y materiales. Existen tres tipos de texturas de acuerdo a la clasificación de INEGI cuya descripción se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla IV. 12. Tipos de textura del suelo.**

Tipo de textura	Principales características
Fina (1)	Los suelos de textura fina presentan más del 35% de arcillas y son suelos que retienen el agua.
Media (2)	Se refiere a suelos de textura media, comúnmente llamados francos, equilibrados generalmente en el contenido de arena, arcilla y limo.
Gruesa (3)	Los suelos arenosos de textura gruesa (con más de 65% de arena), con menor capacidad de retención de agua y nutrientes para las plantas

*Fuente: INEGI. 1990. Guías para la interpretación de cartografía. Edafología.*

Al norte del SAR predominan los suelos de textura fina mientras que al sur en donde se ubica el Área del Proyecto se registran suelos de textura media, es decir suelos equilibrados generalmente en el contenido de arena, arcilla y limo.

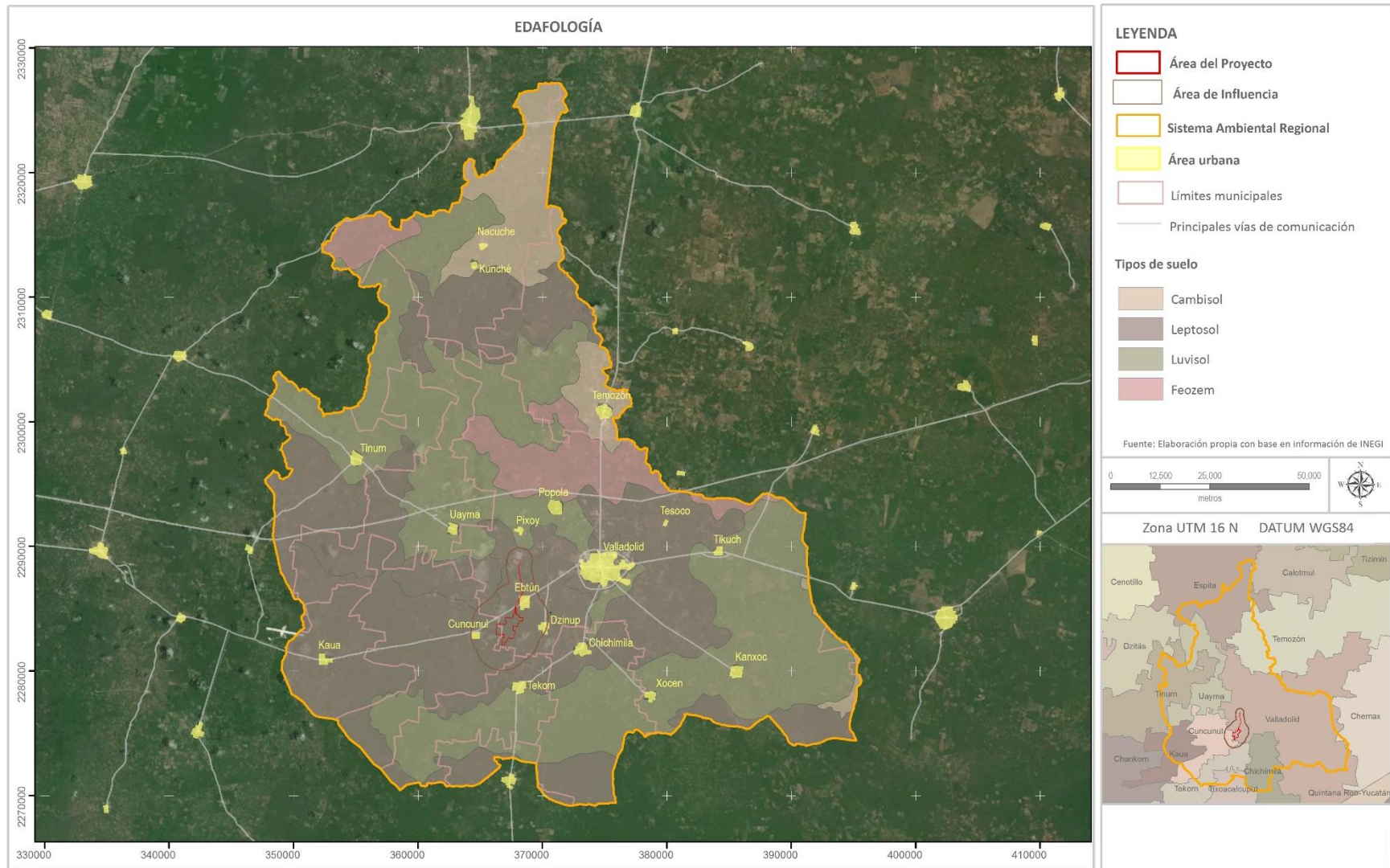
La fase física del suelo, es la característica del suelo definida de acuerdo con la presencia y abundancia de elementos sólidos de grava, piedra, o capas fuertemente cementadas que impiden o limitan el uso agrícola del suelo. Se presentan a profundidades variables, siempre menores a 100 cm.

En el SAR se registran dos tipos de fases: lítica que predomina en la zona sur y las lítica profunda que se presenta al centro y noroeste. En la siguiente tabla se presentan las características de las dos fases físicas.

**Tabla IV. 13. Fases físicas del suelo presentes en el SAR**

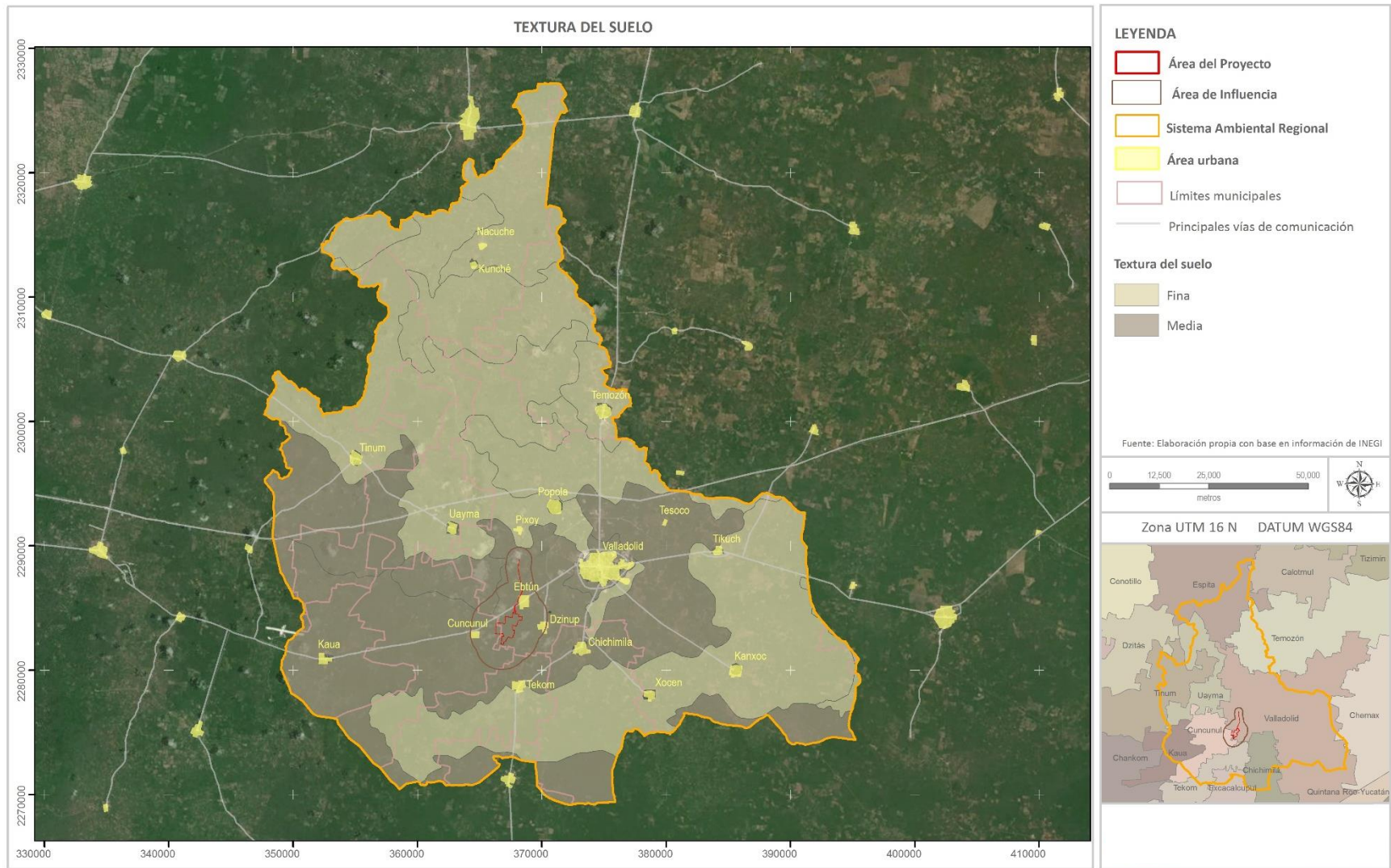
Fase física	Principales características
Lítica	Capa de roca dura y continua que impiden la penetración de las raíces, dentro de los 50 cm de profundidad.
Lítica profunda	Capa de roca dura y continua que impiden la penetración de las raíces, entre los 50 y 100 cm de profundidad.
ND	El suelo no presenta fase física

*Fuente: INEGI. 1990. Guías para la interpretación de cartografía. Edafología.*



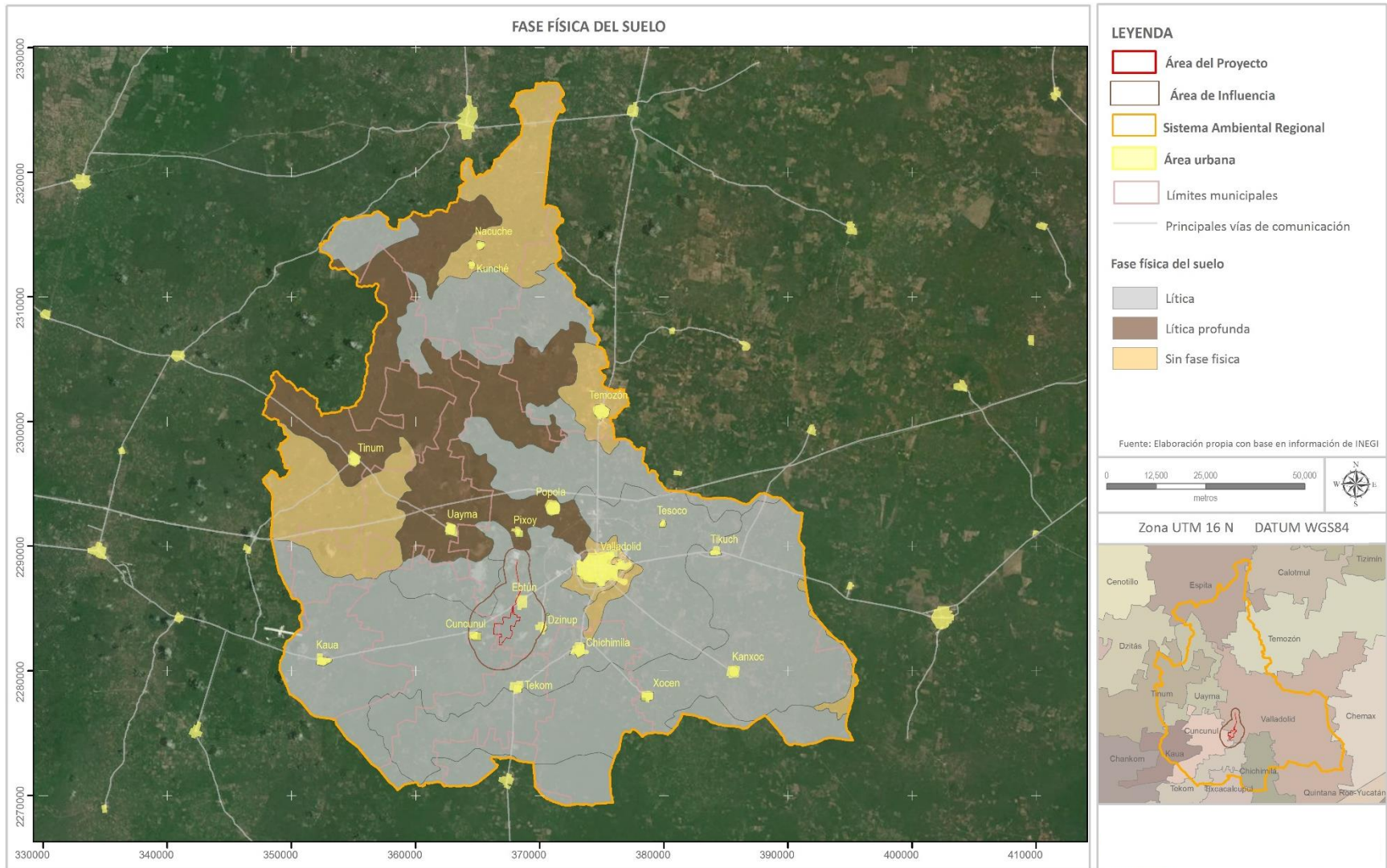
Fuente: Elaboración propia con base en la información de INEGI. Carta Edafologica Serie II

**Figura IV. 16. Edafología**



Fuente: Elaboración propia con base en la información de INEGI. Carta Edafológica Serie II

**Figura IV. 17. Textura del suelo**



*Fuente: Elaboración propia con base en la información de INEGI. Carta Edafológica Serie I*

**Figura IV. 18. Fase física del suelo**

## *EROSIÓN*

La erosión es el proceso en el cual ocurre desplazamiento del material que forma el suelo, ya sea por medio del agua (erosión hídrica) o el viento (erosión eólica). La erosión es un fenómeno natural y paulatino, el cual puede acelerarse por el desarrollo de actividades productivas del sector primario (agricultura, ganadería, forestal y minería), la construcción de infraestructura de comunicaciones en pendientes pronunciadas.

En México el problema se presenta principalmente en las zonas de topografía irregular, donde las pendientes del terreno son escarpadas. Tomando en cuenta que gran parte del territorio nacional tiene este tipo de relieve, y que las zonas de cultivo temporaleras se encuentran en estos sitios, se puede considerar que el problema es grave.<sup>1</sup>

Este fenómeno implica dos problemas importantes: por un lado es la pérdida de suelo en la cuenca (erosión), sobre todo la pérdida de suelo fértil en los campos de cultivo con cierta inclinación y por otro lado el depósito del sedimento en embalses o en sitios donde esto es indeseable. La erosión se clasifica en erosión hídrica y erosión eólica.

La erosión eólica, se define como la remoción del suelo por el efecto del viento. La fuerza de arrastre del viento sobre una partícula de suelo está en función de las fuerzas cortantes (tangenciales) que favorecen la erosión y de las fuerzas normales sobre la superficie del terreno que ayudan a evitar la erosión. La cantidad de material erosionado depende de las características del suelo a ser erosionado, de la cobertura vegetal que lo proteja y de las sumas de las fuerzas antes mencionadas. La velocidad mínima necesaria para iniciar el movimiento de las partículas del suelo erosionables (0,1 mm de diámetro), es cerca de 15 km/h a una altura de 0.3 metros de la superficie.

En el SAR y en el Área del Proyecto, no existen registros específicos de la velocidad del viento, sin embargo, de acuerdo a la estación meteorológica del Aeropuerto de Chichen Itzá, la velocidad promedio del viento es de 17 km/hr y considerando que existe una buena cobertura vegetal, la erosión eólica sería ligera y principalmente en aquellas zonas donde ya no existe cobertura vegetal.

La erosión hídrica se define como la remoción del suelo por el efecto del agua, es decir es causada por las gotas de lluvia o por el escurrimiento superficial. Al impactar las gotas de lluvia el suelo, se rompe su estructura superficial salpicando el material sólido que lo compone en todas direcciones. El material ya suelto es transportado por el flujo superficial, el cual también produce una fuerza de arrastre sobre el suelo, llegando incluso a formar pequeños canalillos, que colaboran en gran medida a la pérdida de suelo. Al disminuir la velocidad del flujo, debido a los cambios de pendiente, el material transportado se deposita formando zonas de sedimentación.

Los factores que contribuyen a que se presente el fenómeno de la erosión hídrica son precipitación, pendiente, tipo de suelo, textura así como los usos del suelo y vegetación. En la siguiente tabla se presenta una descripción de cada uno de estos factores.

---

<sup>1</sup> SEGOB. Atlas Nacional de Riesgo en [www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx](http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx)

**Tabla IV. 14. Factores que contribuyen a la erosión hídrica**

Factores	Descripción
Precipitación	A mayor intensidad de lluvia siempre se produce una mayor erosión en el suelo, además la precipitación está correlacionada con la escorrentía, es decir cuando un gran porcentaje de la lluvia se convierte en escorrentía se genera mayor erosión.
Pendiente	A medida que la escorrentía se acumula en una pendiente alargada, su capacidad de desprender y transportar se incrementa. La longitud de la pendiente y su inclinación son factores que se consideran para evaluar la erosión hídrica. A mayor pendiente y longitud mayor susceptibilidad a la erosión.
Tipo de suelo	Algunos suelos erosionan más rápidamente que otros bajo idénticas condiciones. Los suelos altos en limo o arena muy fina erosionan más rápidamente, la erodabilidad disminuye a medida que el contenido de partículas de arcilla o arena (excluyendo arena muy fina) incrementan. La materia orgánica del suelo mejora la estructura, infiltración y agregación y disminuye la erodabilidad, pero agregados grandes pueden aun ser transportados por escorrentía de alta velocidad.
Textura	Los suelos con textura fina (suelos donde la proporción de limo es mayor) son más erodables que los de textura gruesa (suelos con mayor proporción de arenas). Los suelos con textura gruesa con gravas y arenas presentan un tamaño de grano grande y al acoplarse dejan huecos grandes por lo que resultan suelos permeables. Por el contrario las arcillas con un tamaño de partícula muy pequeño forman suelos impermeables.
Usos del suelo y vegetación	La vegetación natural constituye una barrera física frente al impacto directo de las gotas de lluvia. Las hojas recogen parte del agua de lluvia y la conducen a las ramas para finalmente pasar a los troncos y llega así canalizada a infiltrarse en el suelo. Además de entrar el agua en las discontinuidades que aparecen en el contacto suelo-tronco/tallo, la materia orgánica produce porosidad al agregar a las partículas del suelo. Los troncos y los tallos representan un obstáculo para la circulación del agua de escorrentía. Así la erosión hídrica es mayor en áreas sin cobertura vegetal que en aquellas con cobertura vegetal y con una densidad alta de vegetación

En el SAR se registra erosión hídrica laminar ligera, hacia el sureste en los municipios de Dzinup, Chichimilá, Kanxoc y Xocen. Por otra parte, de acuerdo con el Estudio de Degradación del Suelo elaborado por la SEMARNAT en el 2009 en todo el SAR, existe degradación química ligera por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de la materia orgánica debido a las actividades agrícolas. En la siguiente figura se muestra la distribución de los diferentes tipos de degradación del suelo.





#### **IV.2.2.1.12. HIDROLOGÍA**

##### ***HIDROLOGÍA SUPERFICIAL***

El Estado de Yucatán forma parte de la Región Hidrológica XII Península de Yucatán y se encuentra en la jurisdicción del Organismo de Cuenca Península de Yucatán con sede en la Ciudad de Mérida.

El SAR carece de ríos, debido a la naturaleza cárstica de las rocas de la entidad; donde el agua de lluvia se infiltra rápidamente. Por esta misma razón no se registran cuerpos de agua permanentes, solo durante la temporada de lluvias se forman pequeños cuerpos de agua temporales, en las oquedades de las rocas que sirven de hábitat para algunos anfibios.

##### ***HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA***

Se considera a la Península de Yucatán como una unidad regional denominada “Acuífero Península de Yucatán”, el SAR se sitúa en este acuífero. El acuífero de Yucatán, abarca toda la Península, es de tipo libre y flota sobre un manto de agua salada, que se infiltra en forma de cuña desde el mar hacia tierra adentro. Las rocas que lo conforman son las mismas calizas del Terciario, que afloran en la superficie, cuya permeabilidad es de origen secundario (disolución, dolomitización y microfracturamiento).

El proceso de karsticidad está desarrollado, por lo que el aporte de agua a la cuenca se infiltra rápidamente y es drenado casi simultáneamente en volumen similar hacia el mar. Prácticamente la precipitación constituye la única fuente de recarga del acuífero.

La profundidad del acuífero guarda relación con las diferencias del nivel del terreno con respecto al nivel del mar; así en las regiones costeras o del norte de la península, el acuífero se encuentra a unos cuantos metros de profundidad de la superficie del suelo varía de 5 a 15, mientras que en las regiones del Sur, es necesario cavar hasta los 80 y 100 para alcanzar el nivel freático.

El acuífero tiene una alta dinámica de desplazamiento, estimándose una velocidad de flujo de aproximadamente 40 m/hora, este desplazamiento se realiza de forma radial del centro de la Península hacia la línea de costa, las direcciones predominantes son de SE-NW y S-N. (CNA, 2001).

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 (DOF. 04/09/2013).

El acuífero tiene un volumen disponible de 5,759,221,028 m<sup>3</sup> anuales para nuevas concesiones. A continuación se presenta el balance de aguas subterráneas del acuífero Península de Yucatán.

**Tabla IV. 15. Balance de agua del acuífero No.3105 Península de Yucatán**

Concepto	(m <sup>3</sup> /año)
Recarga media anual	21'813,400,000
Descarga natural comprometida	14'542,200,000
Volumen concesionado de agua subterránea	1,511,978,972
Disponibilidad media anual de agua subterránea	5,759,221,028
Déficit	0

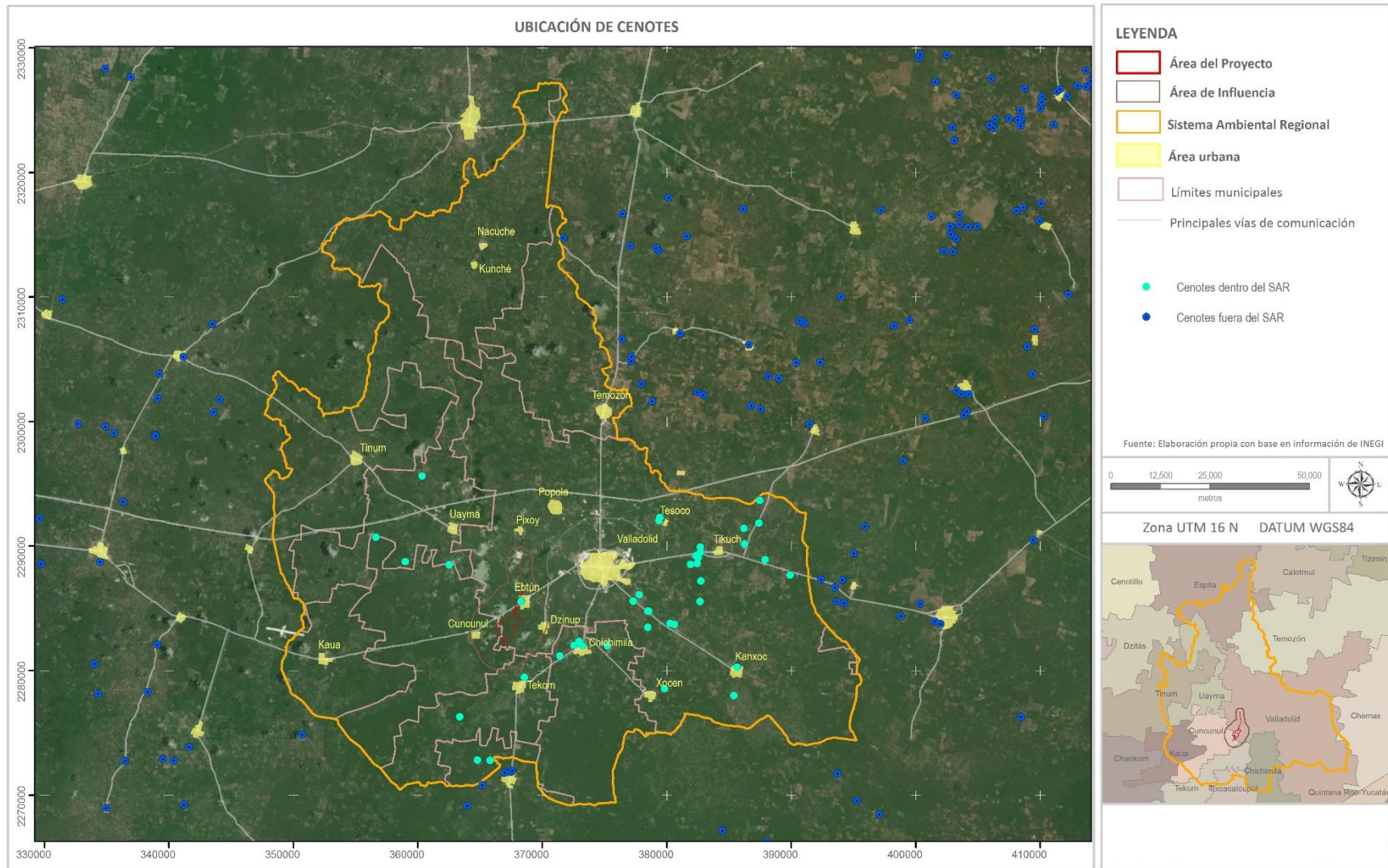
Fuente: CONAGUA. 2015. Actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea del Acuífero (3105). Península de Yucatán

En la península de Yucatán, existen gran cantidad de cenotes, los cuáles son depresiones cársticas del terreno formado como consecuencia del hundimiento del techo de cuevas o cavernas que dejan al aire el agua que las recorre, dependiendo de las características los cenotes pueden clasificarse como abiertos (i), semi abiertos (ii), cerrados (iii) y cavernas o grutas (iv). El el SAR se registran 39 cenotes, los cuáles se enlistan a continuación y en la siguiente tabla y figura se presenta su distribución

**Tabla IV. 16. Cenotes registrados en el SAR**

Municipio	Nombre del cenote	Municipio	Nombre del cenote	Municipio	Nombre del cenote
Chichimilá	Yokdzonot	Valladolid	San Huach	Valladolid	X' Kankal
Chichimilá	X-Lakah	Valladolid	Acancun	Valladolid	Santa Rita
Chichimilá	Iglesia	Valladolid	Kanxoc	Valladolid	Santa Rita
Chichimilá	Chan Mu' u	Valladolid	X-Ja'-Sil	Valladolid	X' Mitan
Chichimilá	Chichimil	Valladolid	Ixim-Ja'	Valladolid	Suytun 1
Tekom	Dolo	Valladolid	San Benito	Valladolid	Santa Rita
Tekom	Chen Usil	Valladolid	Suytun	Valladolid	Suytun II
Tixcacalcupul	Kuxcheil	Valladolid	Tsecul	Valladolid	Tus'ik I
Tixcacalcupul	Yaxun-Ha	Valladolid	Aktun Che	Valladolid	San Antonio
Uaymá	Santa Mar	Valladolid	X'Puha	Valladolid	Dzonotkay
Uaymá	K'om	Valladolid	Gruta Suy	Valladolid	Chiople
Uaymá	X-Nab	Valladolid	Catzin	Valladolid	Tesoco I
Uaymá	Sahcaba N	Valladolid	Santa Rita	Valladolid	Tesoco II

Fuente: SEDUMA.

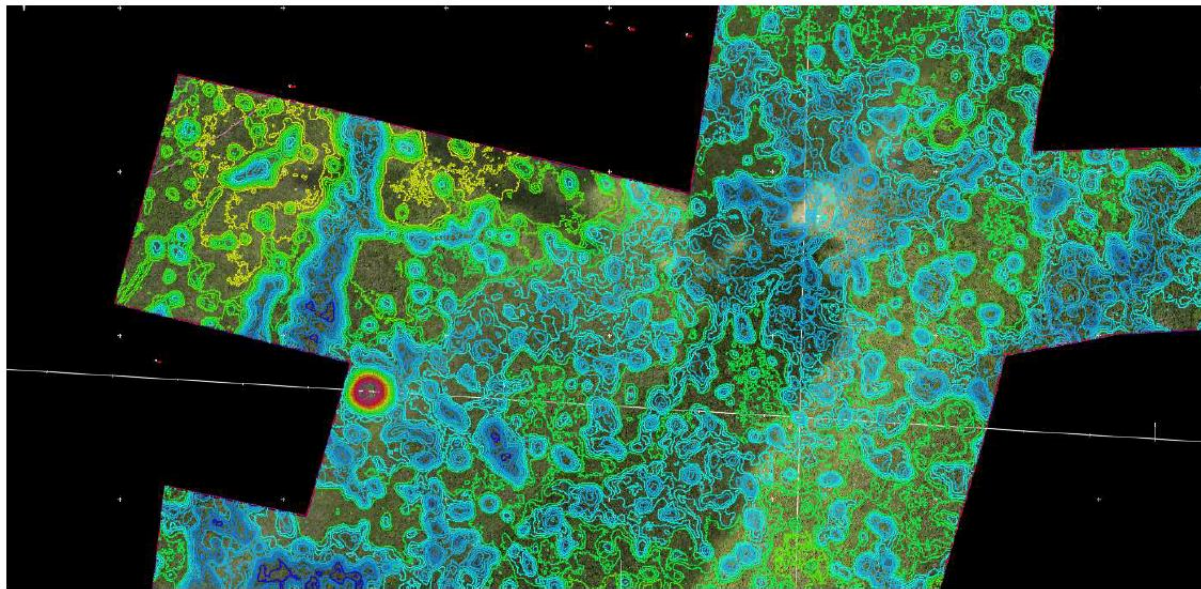


Fuente: Elaboración propia con base en la información de POEYT.

**Figura IV. 20. Ubicación de cenotes en el SAR**

Considerando la importancia de estos ecosistemas, en el Área del Proyecto se realizó un levantamiento LIDAR (siglas en ingles de Light Detection And Ranging -detección por luz y distancia). Como resultado de este levantamiento se identificó una oquedad como se puede observar en la siguiente fig IV. 21. En anexo se presenta el estudio geotécnico realizado.. Cabe destacar que el Proyecto consideró las disposiciones del Reglamento de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán en materia de cenotes, cuevas y grutas para evitar cualquier afectación.

En virtud de lo anterior cabe señalar que el área que ocupa la oquedad se mantendrá como área de conservación en donde no se construirá alguna infraestructura.



**Figura IV. 21. Oquedad identificado en el sitio del Proyecto**

## IV.2.2.2. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO BIÓTICO

### IV.2.2.2.1. VEGETACIÓN

#### COBERTURA

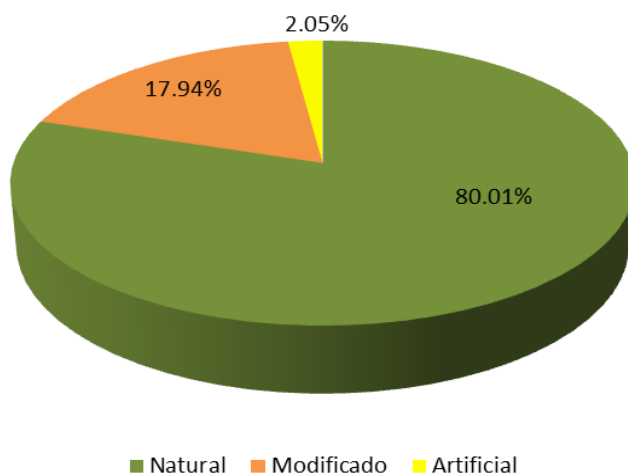
De acuerdo a la carta de usos del suelo y vegetación de INEGI serie V, en el SAR existe solo un tipo de vegetación: selva mediana subcaducifolia con vegetación secundaria arbórea, cuerpos de agua, además de zonas agropecuarias, desprovistas de vegetación y urbanas.

En el SAR predomina la selva mediana subcaducifolia abarca aproximadamente el 80% de la superficie (115,377 ha), mientras que las actividades agropecuarias ocupan el 17.74% (25,578 ha), los asentamientos humanos y zonas desprovistas de vegetación en conjunto registran el 2.25% (3,245 has). Los cuerpos de agua ocupan únicamente 3 ha.

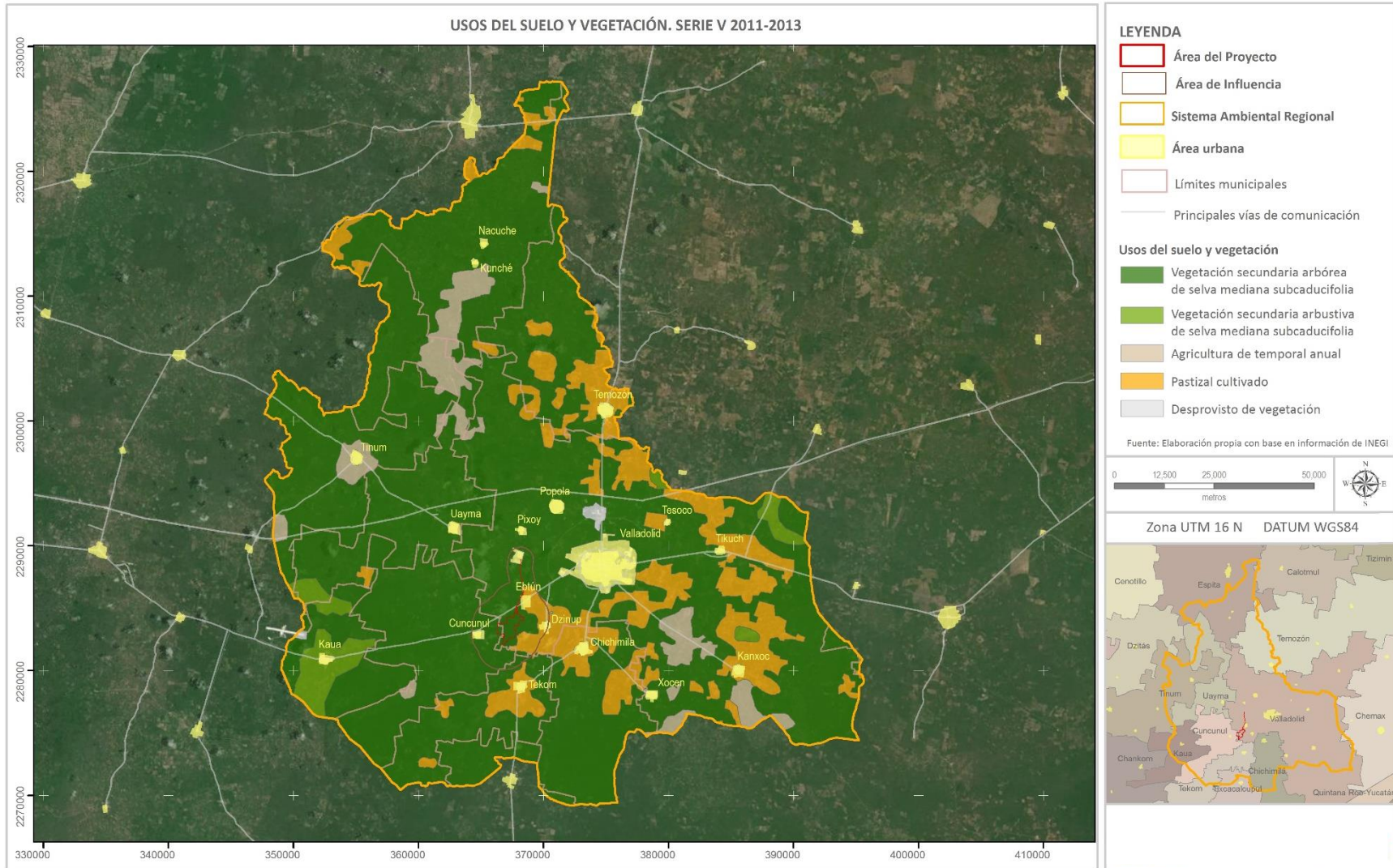
**Tabla IV. 17. Usos del suelo y vegetación en el SAR de acuerdo al plano de usos del suelo y vegetación de INEGI, serie V**

Tipo de ecosistema	Usos del suelo y vegetación	Superficie	
		ha	(%)
Natural	Selva mediana subcaducifolia	115,377	80.01
	Cuerpos de agua	3	0.00
Modificado	Agricultura	6,683	4.63
	Pastizal	18,895	13.10
	Desprovisto de vegetación	293	0.20
Artificial	Zonas urbanas	2,952	2.05

Fuente: INEGI. 2010. Carta de uso del suelo y vegetación. Escala 1:250,000 Serie V.



**Figura IV. 22. Porcentaje de superficie por tipo de ecosistema en el SAR, 2010**



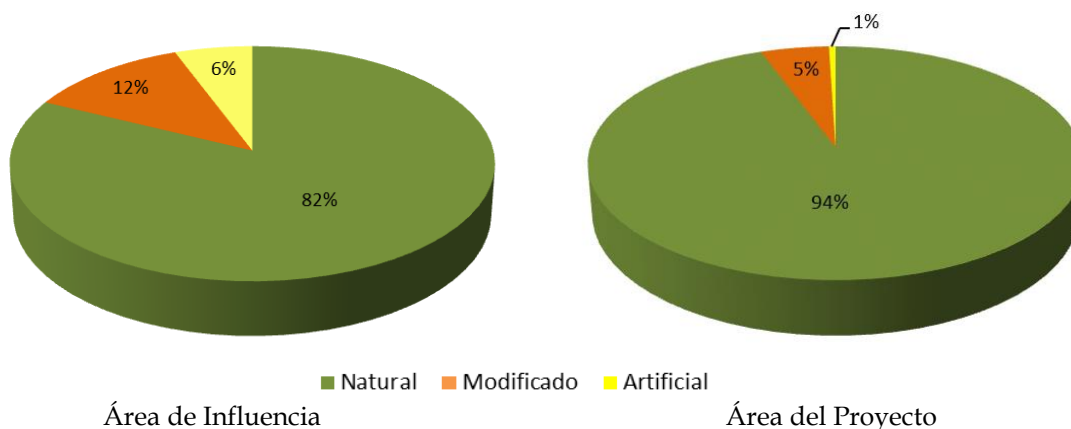
*Fuente: Elaboración propia con base en la información de INEGI. Usos del suelo y vegetación. Serie V*

**Figura IV. 23. Usos del suelo y vegetación. Serie V (2011-2013)**

Para determinar la cobertura de los usos del suelo y vegetación se utilizó la imagen de satélite de alta resolución de Google Earth que corresponde al 2014 se utilizó la plataforma de internet Google Earth, se realizó un mosaico con 15 imágenes para abarcar todo el SAR con escala 1:10,000 metros. Dichas imágenes de acuerdo a Google Earth, fueron realizadas por distintos tipos de satélites durante el año 2013. Una vez realizado el mosaico, se llevó a cabo un proceso para mejorar su calidad y con ello hacer de menor tamaño los pixeles a fin de poder extraer mayor cantidad de información de ellos. Posteriormente se realizó la clasificación con un sistema de información geográfica y se hicieron correcciones con respecto a la ocupación de la superficie agrícola de acuerdo a los trabajos de campo realizados.

Derivado de la clasificación realizada se observa que en el Área de Influencia se observa que aproximadamente el 82% de la superficie está ocupada por la selva mediana subcaducifolia en diferentes estados de conservación, el 12% es la superficie dedicada a actividades agropecuarias y el 6% son áreas de asentamientos, urbanos, infraestructura vial y eléctrica.

En el Área del Proyecto predominan la selva mediana subcaducifolia que ocupa 241.20 ha que representa en el 94%, seguida por la agricultura con 12.95 ha y las zonas artificiales ocupan el 1.25 ha.



**Figura IV. 24. Porcentaje de superficie por tipo de ecosistema en el Área de Influencia y Área del Proyecto de acuerdo a la clasificación de la imagen de satélite**

**Tabla IV. 18. Usos del suelo y vegetación en el Área de Influencia y Área del Proyecto**

Tipo de ecosistema	Usos del suelo y vegetación	Área de Influencia		Área del Proyecto	
		ha	(%)	ha	(%)
Natural	Selva mediana subcaducifolia	3,070	82.15	241.20	94.44
Modificado	Zonas agropecuarias	451	12.07	12.95	5.07
Artificial	Zonas urbanas y bancos de materiales	216	5.78	1.25	0.49





## CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN

La selva mediana subcaducifolia, es una de las más representativas de Yucatán, extendiéndose como una amplia franja que va de la región nororiental hacia el suroeste del estado de Yucatán, atravesando la zona central del mismo estado hasta el norte del estado de Campeche. Ocupa una extensión aproximada de 29,309 km<sup>2</sup>, por lo que, junto con las selvas bajas estacionales de Yucatán, dominan la superficie del estado.

Se distribuye en clima cálidos subhúmedos con régimen de lluvias en el verano, con valores de precipitación pluvial que oscilan entre 1078 y 1220 mm anuales, y temperatura media anual que varía de 25.9 a 26.6 °C (García, 1973). Se desarrolla sobre suelos pedregosos con una delgada capa de materia orgánica superficial, especialmente en zona del sur del estado y las depresiones del terreno (hondonadas y rejolladas) en las cuales se acumula la materia orgánica.

Esta vegetación consta fisonómicamente de un estrato arbóreo con altura promedio que varía de 10 a 15 metros, dependiendo del estado de recuperación de la misma. Otra característica que posee es que entre el 50% y el 70 % de sus árboles pierden las hojas en la época de secas, la cual abarca de enero a mayo, temporada que también puede variar debido a la llegada de frentes fríos secos o húmedos, lo que determina la amplitud de la temporada de secas. Las especies características de este tipo de selva son las más corpulentas de la flora de Yucatán: *Acacia pennatula*, *Annona reticulata*, *Bursera simaruba*, *Cochlospermum vitifolium*, *Caesalpinia gaumeri*, *Ceiba spp*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Guazuma ulmifolia*, *Gymnopodium floribundum*, *Havardia albicans*, *Lysiloma latisiliquum*, *Mimosa bahamensis*, *Metopium brownei*, *Piscidia piscipula*, *Spondias mombin* y *Vitex gaumeri*. Además de herbáceas cuya densidad varía de acuerdo a la apertura del dosel y epífitas que se distribuyen en función de la humedad ambiental y de la cobertura del dosel.

Para determinar la composición florística se hicieron los registros de las especies arbóreas y arbustivas, en total se levantaron 35 puntos de muestreo, los cuales se enlistan a continuación

**Tabla IV. 19. Ubicación de los sitios de muestreo para la composición florística**

Coordenadas UTM		Coordenadas UTM		Coordenadas UTM	
X	Y	X	Y	X	Y
366998	2284201	367396	2283200	367801	2283203
366999	2383601	367401	2283002	367800	2283000
366999	2283397	367399	2282795	367998	2283002
366998	2283198	367599	2282800	368202	2284199
366999	2282999	367800	2284200	366802	2283000
367002	2282801	367800	2284604	366597	2283601
367000	2282601	367700	2284395	366598	2283403
367401	2284199	367798	2284205	366600	2283200
367405	2284002	367798	2284019	366600	2283001
367401	2283799	367799	2283805	366398	2283203
367396	2283600	367796	2283602	366398	2283003
367401	2283398	367799	2283399	--	--

Adicionalmente para determinar la estructura de la vegetación se establecieron cuadrantes de 10 x 20 m (200 m<sup>2</sup>), cada cuadrante se subdividió en 4 subcuadrantes de 10 x 5 m (20 m<sup>2</sup>), estimando la altura y midiendo la circunferencia de cada individuo de más de 1.5 m de altura. Se registraron todas las especies de herbáceas encontradas en el estrato inferior del sotobosque, con el fin de integrarlas a la lista florística general. Adicionalmente se realizaron recorridos en la mayor parte del Área del Proyecto con el fin de determinar otras especies no incluidas en los cuadrantes de muestreo.



Fotografía IV. 1. Vista parcial de un cuadrante de muestreo

Se seleccionaron cuatro áreas con evidente buen estado de conservación, tomando como criterio la existencia de un estrato arbóreo desarrollado, con dosel cerrado. La ubicación geográfica de estas cuatro áreas seleccionadas se presenta en la tabla

Tabla IV. 20. Ubicación de los sitios de muestreo

No. de sitio de muestreo	Coordenadas de ubicación	
	X	Y
1	0367258	2,284,198
2	0367391	2,283,750
3	0367625	2,283,486
4	0367513	2,283,039

A continuación se presentan los resultados obtenidos.

## COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

Con base en los trabajos de campo, para la selva mediana subcaducifolia, se obtuvo el registro de 188 especies, distribuidas en 162 géneros que a su vez pertenecen a 52 familias taxonómicas. La familia con mayor número de especies fue Fabaceae con 32 especies, seguida de Rubiaceae con 14 especies, Sapindaceae y Euphorbiaceae con 10 especies respectivamente, Malvaceae y Polygonaceae con 8 especies. Las familias restantes tuvieron 7 especies o menos. En la siguiente tabla se presenta el listado florístico, la forma biológica puede ser herbácea (H), arbustiva (Ar) y arbórea (A).

**Tabla IV. 21. Listado de especies registradas**

Familia	Especie	Nombre común	Forma Biológica
Acanthaceae	<i>Aphelandra scabra</i> (Vahl) Sm	Chank anal	H
Acanthaceae	<i>Stenandrium nanum</i> (Standl.) T.F. Daniel.		H
Agavaceae	<i>Agave angustifolia</i> Haw.	Chelem	H
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	K'ulinche', jobillo	A
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	Box cheechem, cheechem	A
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i> L.	Jobo, abal soot's	A
Anacardiaceae	<i>Spondias</i> sp.	Jobo	A
Annonaceae	<i>Annona primigenia</i> Standl. & Steyerl.	Anonillo	A
Annonaceae	<i>Mosannonna depressa</i> (Baill.) Chatrou.	box e'ele' muuy, eek' le', pool boox	A
Annonaceae	<i>Sapranthus campechianus</i> (Kunth)Standl.	Zac elemuy, chacmax	A
Apocynaceae	<i>Asclepias curassavica</i> L.	Cancerina, anal xiuu	H
Apocynaceae	<i>Cascabela gaumeri</i> (Hemsl.) Lippold.	Ajkits, sakits, akitz, campanilla	A
Apocynaceae	<i>Mandevilla subsagittata</i> (Ruiz & Pav.) Woodson	K'an lool	H
Apocynaceae	<i>Plumeria obtusa</i> L.	Nikte'ch'oom	A
Araceae	<i>Anthurium schlechtendalii</i> Kunth ssp. <i>schlechtendalii</i>	Cola de gallo	H
Araceae	<i>Philodendron jacquinii</i> Schott	Bastón de viejo	H
Araceae	<i>Syngonium angustatum</i> Schott		H
Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	Chaca' blanco	A
Arecaceae	<i>Chamaedorea seifrizii</i> Burret	Xiaat	P
Arecaceae	<i>Sabal yapa</i> C. Wright ex Becc.	Guano	P
Asteraceae	<i>Neurolaena lobata</i> (L.) R. Br.	K'anan, bordón de viejo	H
Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i> (Cav.) Spreng. var. <i>dentata</i>	Tajonal	H
Bignoniaceae	<i>Arrabidaea podopogon</i> (DC) A.H. Gentry	Aak' xuux	H
Bignoniaceae	<i>Arrabidaea floribunda</i> (Kunth) Loes	Anik ak'	H
Bignoniaceae	<i>Cydista potosina</i> (K. Schum. & Loes.) Loes.	éek' k'iix il	H
Bignoniaceae	<i>Macfadyena unguis-cati</i> (L.) A. H. Gentry	Bilinkook ak	H
Boraginaceae	<i>Bourreria pulchra</i> (Millsp.) Greenm.	Bakal bo', baka che', kakalche', bakche'	A
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav) Oken	Bojom	A

Familia	Especie	Nombre común	Forma Biológica
Boraginaceae	<i>Heliotropium angiospermum</i> Murray	Cola de alacrán	H
Bromeliaceae	<i>Bromelia karatas</i> L.	Piñuela	H
Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i> L.	tzalbáy, ch'om	H
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chakah, palo mulato	A
Burseraceae	<i>Protium copal</i> (Schltdl. & Cham.) Engl.	Copal, sak-chaca, poom te'	A
Cactaceae	<i>Pilosocereus gaumeri</i> Britton & Rose Backeb.	Tso'ots' pakam	H
Cactaceae	<i>Nopalea inaperta</i> Schott ex Griffiths.	Tsakam tso'ots	H
Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	Papaya, ch'iich	H
Celastraceae	<i>Crossopetalum gaumeri</i> (Loes.) Lundell.	Kabamuk, chiki che'	AR
Celastraceae	<i>Elaeodendron xylocarpum</i> (Vent.) DC.	Sak boob	A
Celastraceae	<i>Maytenus schippii</i> Lundell.	Chak che'	AR
Celastraceae	<i>Semialarium mexicanum</i> (Miers) Mennega	Chun tok', sak boob	A
Celastraceae	<i>Wimmeria obtusifolia</i> Standl.		AR
Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	Gallito	H
Commelinaceae	<i>Tradescantia spathacea</i> Sw.	Magüey blanco, chak tsam	H
Convolvulaceae	<i>Ipomoea heterodoxa</i> Standl. & Steyerm.	Maak'an joik'ep	H
Convolvulaceae	<i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urb.	tso'ots ak'	H
Cyperaceae	<i>Scleria lithosperma</i> (L.) Sw.	Kan suuc, oxnon	H
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea polygonoides</i> Willd.	Makal k'uuch ak', cheen chak	H
Ebenaceae	<i>Diospyros anissandra</i> S.F. Blake	K'aakal che'	AR
Ebenaceae	<i>Diospyros tetrasperma</i> Sw.	Sip che', siliil, k'ab che'	A
Ebenaceae	<i>Diospyros yucatanensis</i> Lundell.	Uuch'ul che', pisi'it	A
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum confusum</i> Britton	Tooso, cascarillo	A
Euphorbiaceae	<i>Acalypha alopecuroides</i> Jacq.	Ch'ilil tuux	AR
Euphorbiaceae	<i>Cnidocolus aconitifolius</i> (Mill.) I. M. Johnst.	Ts'iim, chaya de monte	AR
Euphorbiaceae	<i>Cnidocolus souzae</i> McVaugh	Chaya de monte	AR
Euphorbiaceae	<i>Croton arboreus</i> Millsp.	Pak che', p'e'es k' uuch, xpáay che'	A
Euphorbiaceae	<i>Croton chichenensis</i> Lundell	Xikin burro	AR
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia tithymaloides</i> L. ssp. <i>parasitica</i> (Klotzsch & Garcke) V. W. Steinman		H
Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i> Swartz.	Tsi liil, tsilil, yai ti, yaitil	A
Euphorbiaceae	<i>Jatropha curcas</i> L.	Niin, sikilte', skakalche', piij	A
Euphorbiaceae	<i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.	Pomolche'	A
Euphorbiaceae	<i>Manihot aesculifolia</i> (Kunth) Pohl.	Yuca de monte, Aak' che'	AR
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i> Saff.	Subín	AR
Fabaceae	<i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth.	Chimay	A
Fabaceae	<i>Apoplanesia paniculata</i> C. Presl.	Chuluul, k'iik che'	A
Fabaceae	<i>Bauhinia divaricata</i> L.	Dzulubtok, maay wakax, pata de vaca	A

Familia	Especie	Nombre común	Forma Biológica
Fabaceae	<i>Bauhinia unguolata</i> L.	Chak ts' ulub took'	A
Fabaceae	<i>Caesalpinia gaumeri</i> (Britton & Rose) Greenm.	Kitim che', xkitam che', xkitim che'	A
Fabaceae	<i>Caesalpinia yucatanensis</i> (Britton & Rose) Greenm.	K'anpok olk'um, ta' k'inche', top lajun	A
Fabaceae	<i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Britton & Rose	Yaax ek'	A
Fabaceae	<i>Coursetia caribaea</i> (Jacq.) Lavin	Chi'ikam t' u'ul	H
Fabaceae	<i>Dalbergia glabra</i> (Mill.) Standl.	Muk, ahmuk, kibix, k'uxubtooch	H
Fabaceae	<i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq.	Chipilín, K'an lool che', susuk	AR
Fabaceae	<i>Erythrina standleyana</i> Krukoff.	Chak mool che'	A
Fabaceae	<i>Gliricidia maculata</i> (Kunth) Walp.	Sak yaab, Cocoite	A
Fabaceae	<i>Havardia albicans</i> (Kunth) Britton & Rose sp.	Chukum	A
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit ssp. <i>leucocephala</i>	Huaxim	A
Fabaceae	<i>Lonchocarpus punctatus</i> Kunth.	Baal che'	A
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i> Benth.	Kanasin, choy che', chu'ul	A
Fabaceae	<i>Lonchocarpus</i> sp		A
Fabaceae	<i>Lonchocarpus xuul</i> Lundell.	Xuul, xu'ul, k'aan xu'ul, tamarindo cimarron	A
Fabaceae	<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	Tzalam, tsukte'	A
Fabaceae	<i>Mimosa bahamensis</i> Benth.	Katzim, sacatzin	A
Fabaceae	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	Ha'abin, jabín	A
Fabaceae	<i>Pithecellobium lanceolatum</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Benth.		A
Fabaceae	<i>Platymiscium yucatanum</i> Standl.	Chaksubinche', tsubin che', chulul, granadillo	A
Fabaceae	<i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton & Rose S. F. Blake.	Box-catzim, yaxkatsim	A
Fabaceae	<i>Senegalia riparia</i> (Kunth) Britton & Rose	Káatsim	A
Fabaceae	<i>Senna atomaria</i> (L.) H. S. Irwin & Barneby	K'an lool	A
Fabaceae	<i>Senna peralteana</i> (Kunth) H. S. Irwin & Barneby	Tu' ja' abin	A
Fabaceae	<i>Senna racemosa</i> (Mill.) H.S. Irwin & Barneby var. <i>racemosa</i>	K'an ja'abin	A
Fabaceae	<i>Senna undulata</i> (Benth.) H. S. Irwin & Barneby	K'an chik'in aak'	A
Fabaceae	<i>Senna villosa</i> (Mill.) H. S. Irwin & Barneby	Saal che'	A
Fabaceae	<i>Swartzia cubensis</i> (Britton & Wills) Standl. var. <i>cubensis</i>	K'atalox, kataox	A
Lamiaceae	<i>Ocimum campechianum</i> Mill.	X k'aakal t'um	H
Lamiaceae	<i>Scutellaria gaumeri</i> Leonard	ya'ax k'aakalt'um	H
Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	Ya' axnik, yaasnik	A
Malpighiaceae	<i>Bunchosia swartziana</i> Griseb.	Kibche', siip che', sipil che'	AR
Malpighiaceae	<i>Hiraea reclinata</i> Jacq.	--	AR

Familia	Especie	Nombre común	Forma Biológica
Malpighiaceae	<i>Malpighia</i> sp.	--	A
Malpighiaceae	<i>Malpighia glabra</i> L.	Wayakte', siipche'	AR
Malvaceae	<i>Abutilon</i> sp.	malva	H
Malvaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth) Britt. & Baker f.	Piim, ceiba	A
Malvaceae	<i>Ceiba schottii</i> Britten & Baker f.	Pochote, Cho	A
Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i> Standl.	Hool, sakitsa', toobhoob, majahau, sak jool, majagua	A
Malvaceae	<i>Helicteres baruensis</i> Jacq.	Sut' up	AR
Malvaceae	<i>Luehea speciosa</i> Willd.	K'aas k'at	A
Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.	Tulipán de monte	H
Marantaceae	<i>Maranta arundinacea</i> L.	Platanillo, sagú	H
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	K'uj che', k' uyche', cedro rojo	A
Meliaceae	<i>Trichillia</i> sp.	--	A
Menispermaceae	<i>Cissampelos pareira</i> L.	Pepen tunich	H
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	Ramón blanco	A
Moraceae	<i>Dorstenia contrajerva</i> L.	Contraheba, k'ambal jau	H
Myrtaceae	<i>Eugenia acapulcensis</i> Steud.	Guayabillo	A
Myrtaceae	<i>Eugenia foetida</i> Pers.	Sak loob	A
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> Sp.	--	A
Myrtaceae	<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O. Berg.	Guayabillo	A
Myrtaceae	<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg) Nied.	X-pichi'che, guayabillo, pichiche	A
Nyctaginaceae	<i>Neea choriophylla</i> Standl.	Ta'tsí, ramón negro	A
Nyctaginaceae	<i>Neea psychotrioides</i> Donn. Sm.	Ta'tsí, manteca de puerco	A
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i> L.	Beeb, uña de gato, beeh	AR
Orchidaceae	<i>Catasetum integerrimum</i> Hook.	Ku'uk	H
Orchidaceae	<i>Conhniella ascendens</i> (Lindl.) Christenson	Puuts che'	H
Orchidaceae	<i>Lophiaris</i> sp	Oreja de burro	H
Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i> (Lindl.) Lindl.	Orquídea terrestre	H
Orchidaceae	<i>Sarcoglottis assurgens</i> (Rchb. F.) Schltr.	Orquídea terrestre	H
Orchidaceae	<i>Vanilla planifolia</i> Andrews	Vainilla, Sisbik	H
Passifloraceae	<i>Passiflora biflora</i> Lam.	Poch aak'	H
Piperaceae	<i>Piper amalago</i> L.	Xpeheche', yaxal	AR
Piperaceae	<i>Piper psilorhachis</i> C.DC.	Yaxal	AR
Poaceae	<i>Ichnanthus</i> sp	Xk' anchim, ya' ax-suk	H
Poaceae	<i>Lasiacis</i> sp	Siit, dzit	H
Poaceae	<i>Urochloa maxima</i> (Jacq.) R. D. Webster	Zacate guinea	H
Polygonaceae	<i>Coccoloba acapulcensis</i> Standl.	Tóon yuul'	A
Polygonaceae	<i>Coccoloba barbadensis</i> Jacq.	Boob	A
Polygonaceae	<i>Coccoloba cozumelensis</i> Hemsl.	Ch' ich'boob, kambabob, boob, sak boob	A

Familia	Especie	Nombre común	Forma Biológica
Polygonaceae	<i>Coccoloba diversifolia</i> Jacq.	Ch' ich'boob, uvero	A
Polygonaceae	<i>Coccoloba spicata</i> Lundell	Bob, bobche', boob	A
Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe.	Ts' its' ilche', saks' its' ilche'	A
Polygonaceae	<i>Neomillspaughia emarginata</i> (H. Gross) S.F Blake.	Sakitsa', tsaysab, sac-tra	A
Primulaceae	<i>Ardisia escallonioides</i> Schlttdl. & Cham.	Sak box lub, tan che', xook' num	A
Primulaceae	<i>Parathesis cubana</i> (A. DC.) Molinet & M. Gómez.	Sak lob che'	AR
Putranjivaceae	<i>Drypetes laterifolia</i> (Sw.) Krug. & Urb	Laurelillo, huesillo	A
Rhamnaceae	<i>Colubrina arborescens</i> (Mill.) Sarg.	Pimientillo	A
Rhamnaceae	<i>Colubrina greggii</i> S.Watson	Pimienta che'	AR
Rhamnaceae	<i>Cosmocalyx spectabilis</i> Standl.	Chakte k'ook	AR
Rhamnaceae	<i>Krugiodendron ferreum</i> (Vahl) Urb.	Ch'iin tok'	A
Rubiaceae	<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitch.	Huele de noche, wako lool	AR
Rubiaceae	<i>Exostema caribaeum</i> (Jacq.) Roem & Schult.	Sabak che'	A
Rubiaceae	<i>Guettarda elliptica</i> Sw.	Kibche', lu'um che', subin deel	A
Rubiaceae	<i>Guettarda combsii</i> Urb.	Pay luuk, tasta' ab, manzanillo	A
Rubiaceae	<i>Guettarda gaumeri</i> Standl.	Chac-yac-che', siip che', kib che'	A
Rubiaceae	<i>Hamelia patens</i> Jacq.	X' k'anan	AR
Rubiaceae	<i>Hintonia octomera</i> (Hemsl.) Bullock	Xpay lu'uch	A
Rubiaceae	<i>Machaonia lindeniana</i> Baill.	Box ku' ch'eel, booxk' uchel, kuchel, xkuchel	AR
Rubiaceae	<i>Morinda royoc</i> L.	Morinda	H
Rubiaceae	<i>Psychotria nervosa</i> Sw.	K'aanan, ya'ax anal, retamo	AR
Rubiaceae	<i>Psychotria</i> sp.	--	AR
Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i> L.	Cruz kiix, peeche kitam	AR
Rubiaceae	<i>Randia longiloba</i> Hemsl.	Ah akam k'ax, kax, ya'ax k'am che'	AR
Rubiaceae	<i>Randia</i> sp	--	AR
Rutaceae	<i>Esenbeckia pentaphylla</i> (Macfad.) Griseb.	Naranja che'	A
Rutaceae	<i>Pilocarpus racemosus</i> Vahl var. <i>racemosus</i>	Tan kas che'	A
Salicaceae	<i>Zuelania guidonia</i> (Sw.) Britton & Millsp.	Tamay, totolonche', xtamay, volador	A
Sapindaceae	<i>Allophylus cominia</i> (L.) Sw.	Bikbach, ixbaach, yaniya, tres marías	A
Sapindaceae	<i>Cardiospermum halicacabum</i> L.	chem aak'	H
Sapindaceae	<i>Matayba oppositifolia</i> (A. Rich.) Britton.	--	A
Sapindaceae	<i>Melicoccus oliviformis</i> Kunth. ssp. <i>oliviformis</i>	Huaya de monte	A
Sapindaceae	<i>Paullinia cururu</i> L.	Chéen aak'	H
Sapindaceae	<i>Serjania</i> sp.	Buy ak'	H
Sapindaceae	<i>Talisia floresii</i> Standl.	K'oolok	A

Familia	Especie	Nombre común	Forma Biológica
Sapindaceae	<i>Thinouia tomocarpa</i> Standl.	---	H
Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk.	K' anchunup, hueso de tigre	A
Sapindaceae	<i>Urvillea ulmacea</i> Kunth.	Lots ak'	H
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum mexicanum</i> Brandegee in Standl.	Chikeh, caimitillo, chi-ke'	A
Sapotaceae	<i>Manilkara sapota</i> (Linnaeus) van Royen.	Chakya, chicozapote, xapote	A
Sapotaceae	<i>Sideroxylon foetidissimum</i> Jacq. ssp. <i>gaumeri</i> (Pittier) Pennington.	Sibul, tsiimim che'	A
Sapotaceae	<i>Sideroxylon salicifolium</i> (L.) Lamark.	Zapote faisán, Chakya, tsiitsil yah, sakchum, zapotillo	A
Simaroubaceae	<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm. ssp. <i>amorphoides</i>	Be sinik che'	A
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Pa' sak che', pa' saak', sak-cedro, pistache	A
Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i> L.	Xko' che', k' aaxil, koochle, guarumbo	A
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	Orégano xiw	H
Verbenaceae	<i>Petrea volubilis</i> L.	Oop ts'imín	H
Violaceae	<i>Hybanthus yucatanensis</i> Millsp.	Sak baakel kan	AR
Vitaceae	<i>Vitis tiliifolia</i> Humb. & Bonpl. ex Schult.	Uva de monte	H
Zamiaceae	<i>Zamia prasina</i> W. Bull	Chak wa, palmita	H

En las siguientes fotografías se presentan algunas de las especies registradas durante los trabajos de campo.





Fotografía IV. 2 Tallo de *Ceiba aesculifolia*



Fotografía IV.3 Tallo de *Gymnopodium floribundum*



Fotografía IV.4 Tallo exfoliante de *Bursera simaruba*



Fotografía IV.5 *Catasetum integerrimum*



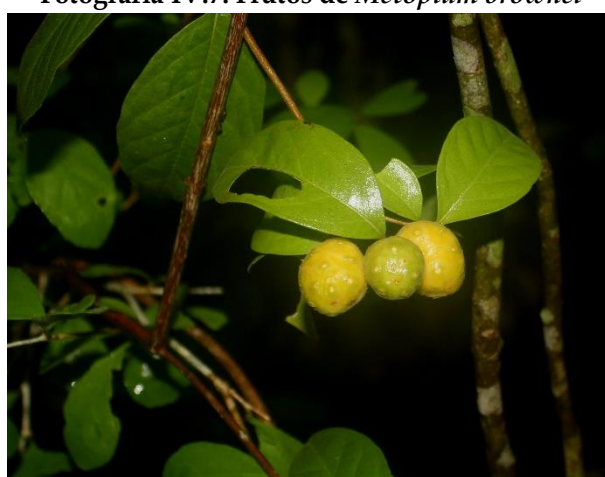
Fotografía IV.6. Frutos de *Crossopetalum gaumeri*



Fotografía IV.7. Frutos de *Metopium brownei*



Fotografía IV.8 Flor de *Commelina diffusa*



Fotografía IV.9 Frutos de *Morinda royoc*



Fotografía IV.10 Frutos de *Randia longiloba*



Fotografía IV.11 Frutos de *Vitis tiliifolia*



Fotografía IV.12 Flores de *Hintonia octomera*



Fotografía IV.13 *Ocimum campechianum*



Fotografía IV.14 *Scutellaria gaumeri*

En el Área de Influencia y Área del Proyecto, el estrato arbóreo, las especies que presentan una mayor densidad de individuos son, en orden de abundancia son especies comunes de vegetación secundaria: *Gymnopodium floribundum* y *Bursera simaruba*, posteriormente se encuentran especies como *Lysiloma latisiliquum*, *Coccoloba spicata* y *Piscidia piscipula*.

En el estrato arbustivo conformado por la vegetación en regeneración a diferentes alturas, con diámetros menores a 7.5 cm. Las especies dominantes en este grupo son *Gymnopodium floribundum*, *Coccoloba spicata* y *Lonchocarpus xuul* en el mismo orden de abundancia.

Es importante comentar que gran parte de las especies con hábito herbáceo se conforma de trepadoras tales como *Arrabidaea floribunda*, *A. podopogon*, *Thinouia tomocarpa*, así como bejucos leñosos como *Dalbergia glabra*, y enredaderas como *Dioscorea polygonoides*, *Urvillea ulmacea* y *Paullinia cururu*. En general se observó que los bejucos son los que con frecuencia ocupan el sotobosque.



Fotografía IV.15 Vista panorámica de la selva mediana subcaducifolia



**Fotografía IV.16 Sotobosque de la selva mediana subcaducifolia, en donde se puede observar la hojarasca acumulada durante la temporada de sequía**

#### *ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN*

Algunos de los aspectos que deben considerarse para caracterizar la estructura de las comunidades vegetales son: la composición florística y la relación de dominancia que establecen unas especies sobre otras, en términos de densidad, área basal o cobertura. Estos valores indican, en última instancia, el aprovechamiento de los recursos que el ambiente particular, donde crecen las diferentes especies, les brinda a cada una de ellas. Así, una especie con valores altos de densidad y dominancia aprovechan más y mejor los recursos que aquellas especies con valores bajos. Los parámetros que permiten estimar el valor de importancia de cada especie dentro de la comunidad son los siguientes: densidad relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa.

Con base en estos parámetros, se establece un índice de valor de importancia (IVI), para cada especie que es igual a la suma de sus valores relativos de densidad, dominancia y frecuencia, el cual proporciona información de la influencia de dicha especie dentro de la comunidad. El Índice de Valor de Importancia (IVI) el cual se obtuvo con la siguiente relación:

$$VI = \text{Densidad Relativa} + \text{Dominancia Relativa} + \text{Frecuencia Relativa}$$

El valor de cada una de las características (Densidad, Dominancia y Frecuencia) es un porcentaje que varía de 0 - 100, por lo tanto la escala oscilará entre 0 y 300. Por lo tanto si una especie presenta una VI = 300, significará que en la comunidad únicamente se encuentra esa especie y que canaliza todos los recursos disponibles.

La especie con el IVI más alto será la que posea la combinación más alta de densidad, dominancia y frecuencia, por lo que aprovechan la mayor parte de los recursos disponibles y determinan en gran medida el funcionamiento de la comunidad vegetal.

En todas las comunidades vegetales se pueden distinguir una estructura física del ecosistema, la cual puede desarrollarse en dirección vertical y horizontal, refiriéndose en ambos casos a estratificación. La estructura vertical representa la distribución en alturas de los individuos que forman la comunidad vegetal y nos proporciona una imagen sobre la estratificación de los organismos, reconociéndose tres estratos: herbáceo, arbustivo y arbóreo; cada uno dominado generalmente por diferentes especies. La estructura horizontal nos indica la distribución espacial de los organismos de acuerdo al diámetro de los individuos que forman la comunidad. Así podemos reconocer zonas densamente arboladas, con apertura del dosel o zonas con dominancia de herbáceas.

### Índice del valor de importancia

La selva mediana subcaducifolia está dominado por especies de la familia Fabaceae, como es común en selvas tropicales de la península de Yucatán, las cuales representan 30% del IVI de este tipo de vegetación. Otras especies con valores altos de IVI también son consideradas como dominantes en casi cualquier parche de vegetación mediana subcaducifolia, como *Bursera simaruba*, *Gymnopodium floribundum* y *Thouinia paucidentata*.

En la siguiente tabla se presentan los valores de IVI para todas la especies reportadas en los muestreos realizados

**Tabla IV. 22. Índice de Valor de Importancia par las especies registradas**

Especie	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	Índice de Valor de Importancia
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	2.55	2.88	22.54	27.97
<i>Bursera simaruba</i>	6.01	2.88	12.33	21.21
<i>Gymnopodium floribundum</i>	8.86	2.88	9.45	21.18
<i>Lonchocarpus</i> sp	7.21	2.88	1.45	11.53
<i>Thouinia paucidentata</i>	5.26	2.88	2.90	11.03
<i>Piscidia piscipula</i>	2.10	2.88	4.81	9.79
<i>Elaeodendron xylocarpum</i>	5.71	2.88	1.08	9.66
<i>Metopium brownei</i>	2.25	2.16	4.99	9.40
<i>Eugenia</i> sp	4.05	2.88	1.98	8.92
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	1.95	2.16	4.73	8.84
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	6.16	1.44	0.70	8.29
<i>Coccoloba barbadensis</i>	3.00	1.44	2.27	6.72
<i>Erythroxylum confusum</i>	2.55	2.16	1.57	6.28
<i>Bunchosia swartziana</i>	2.85	2.88	0.22	5.95
<i>Guettarda combsii</i>	2.25	2.16	1.47	5.88
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	0.60	2.16	2.55	5.31
<i>Guettarda gaumeri</i>	1.95	2.88	0.35	5.18
<i>Bauhinia divaricata</i>	1.80	2.88	0.16	4.84
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	0.75	1.44	2.45	4.64
<i>Acacia gaumeri</i>	0.45	0.72	3.37	4.54
<i>Hybanthus yucatanensis</i>	1.50	2.88	0.08	4.46
<i>Spondias mombin</i>	0.60	1.44	2.39	4.43

Especie	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	Índice de Valor de Importancia
<i>Machaonia lindeniana</i>	0.90	2.16	1.21	4.27
<i>Ardisia escallionoides</i>	2.40	1.44	0.37	4.21
<i>Neea choriophylla</i>	1.50	1.44	1.16	4.10
<i>Psidium sartorianum</i>	1.50	2.16	0.44	4.10
<i>Diospyros anisandra</i>	2.10	1.44	0.14	3.68
<i>Havardia albicans</i>	0.45	1.44	1.57	3.45
<i>Mosannonna depressa</i>	1.80	1.44	0.19	3.43
<i>Hampea trilobata</i>	1.50	1.44	0.45	3.39
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	1.35	1.44	0.47	3.26
<i>Sapranthus campechianus</i>	1.35	1.44	0.42	3.21
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	0.60	0.72	1.82	3.14
<i>Spondias</i> sp	1.50	1.44	0.14	3.08
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	0.75	2.16	0.09	2.99
<i>Randia laetivirens</i>	0.75	2.16	0.02	2.93
<i>Crossopetalum gaumeri</i>	1.05	1.44	0.11	2.60
<i>Randia aculeata</i>	1.20	0.72	0.44	2.36
<i>Guettarda elliptica</i>	0.60	1.44	0.12	2.16
<i>Jatropha gaumeri</i>	0.45	1.44	0.22	2.11
<i>Apoplanesia paniculata</i>	0.75	0.72	0.62	2.09
<i>Chicocca alba</i>	0.60	1.44	0.04	2.08
<i>Wimeria</i> sp.	0.15	0.72	1.16	2.03
<i>Vitex gaumeri</i>	0.15	0.72	1.16	2.03
<i>Randia longiloba</i>	0.30	1.44	0.19	1.93
<i>Acacia pennatula</i>	0.45	0.72	0.76	1.92
<i>Cnidocolous souzae</i>	0.45	1.44	0.03	1.92
<i>Trichilia</i> sp	0.30	0.72	0.77	1.79
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	0.90	0.72	0.17	1.79
<i>Colubrina arborescens</i>	0.45	0.72	0.57	1.74
<i>Melicoccus oliviformis</i>	0.15	0.72	0.37	1.24
<i>Thevetia gaumeri</i>	0.15	0.72	0.29	1.16
<i>Mimosa bahamensis</i>	0.15	0.72	0.22	1.09
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	0.30	0.72	0.06	1.08
<i>Maytenus</i> sp.	0.30	0.72	0.05	1.07
<i>Manilkara zapota</i>	0.30	0.72	0.03	1.05
<i>Croton arboreus</i>	0.30	0.72	0.03	1.04
<i>Gymnanthes lucida</i>	0.30	0.72	0.02	1.04
<i>Erythrina standleyana</i>	0.30	0.72	0.01	1.03
Malpighiaceae	0.15	0.72	0.09	0.96
<i>Jatropha curcas</i>	0.15	0.72	0.05	0.92
<i>Psychotria</i> sp.	0.15	0.72	0.04	0.91
<i>Exostema caribaeum</i>	0.15	0.72	0.04	0.91
<i>Acacia collinsi</i>	0.15	0.72	0.01	0.88
<i>Colubrina greggii</i>	0.15	0.72	0.00	0.87
<i>Helicteres baruensis</i>	0.15	0.72	0.00	0.87

Además se calculó el Índice de Valor de Importancia (IVI) para cada una de las parcelas de vegetación muestreadas, Los resultados que a continuación se presentan, nos hacen evidente que conforme aumenta el número de especies, disminuye la dominancia de las especies con valores mayores de IVI.

También podemos observar que la mayoría de las especies que presentan dominancia en alguno de las cuatro parcelas estudiadas, también presenta valores elevados de IVI a nivel

general, además de presentarse en más de un sitio, lo que nos permite interpretar que la vegetación es bastante homogénea. A continuación se presentan los resultados obtenidos..

En la primera parcela de muestreo, cuatro de las cinco especies dominantes también lo fueron a nivel general para la selva mediana subcaducifolia. Las cinco especies con mayor IVI representan 42.28% de este valor para las 36 especies reportadas en este sitio. La especie con el valor máximo de IVI fue *Gymnopodium floribundum*.

**Tabla IV. 23. Índice de valor de importancia para las cinco especies leñosas mayores a 1.5 m de altura, con los máximos valores de IVI, en el primer sitio de muestreo**

Especie	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	Índice de Valor de Importancia
<i>Gymnopodium floribundum</i>	13.94	5.48	20.96	40.38
<i>Bursera simaruba</i>	4.85	5.48	19.39	29.72
<i>Thouinia paucidentata</i>	9.70	4.11	6.21	20.01
<i>Piscidia piscipula</i>	4.24	5.48	10.23	19.95
<i>Erythroxylum confusum</i>	6.06	5.48	5.26	16.80

En la segunda parcela de muestreo, tres de las cinco especies dominantes también lo fueron a nivel general para la selva mediana subcaducifolia. Las cinco especies con mayor IVI representan 52.05% de este valor para las 31 especies reportadas en este sitio. La especie con el valor máximo de IVI fue *Bursera simaruba*.

**Tabla IV. 24. Índice de valor de importancia para las cinco especies leñosas mayores a 1.5 m de altura, con los máximos valores de IVI, en el segundo sitio de muestreo**

Especie	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	Índice de Valor de Importancia
<i>Bursera simaruba</i>	21.05	7.69	25.22	53.96
<i>Gymnopodium floribundum</i>	10.53	7.69	11.00	29.22
<i>Coccoloba barbadensis</i>	13.16	7.69	8.07	28.92
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	4.39	5.77	18.14	28.30
<i>Spondias mombin</i>	2.63	3.85	9.29	15.76

En la tercera parcela de muestreo, solo una especie (*Gymnopodium floribundum*) de las cinco dominantes, también lo fué a nivel general para la selva mediana subcaducifolia. Las cinco especies con mayor IVI representan 46.20 % de este valor para las 33 especies reportadas en este sitio. La especie con el valor máximo de IVI fue *Metopium brownei*.



**Tabla IV. 25. Índice de valor de importancia para las cinco especies leñosas mayores a 1.5 m de altura, con los máximos valores de IVI, en el tercer sitio de muestreo**

Especie	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	Índice de Valor de Importancia
<i>Metopium brownei</i>	5.33	6.35	27.60	39.28
<i>Lonchocarpus sp.</i>	18.67	4.76	7.05	30.48
<i>Gymnopodium floribundum</i>	7.56	6.35	11.00	24.90
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	17.33	3.17	3.01	23.52
<i>Eugenia sp.</i>	6.22	6.35	7.86	20.43

En la cuarta parcela de muestreo, dos de las cinco especies dominantes también lo fueron a nivel general para la selva mediana subcaducifolia. Las cinco especies con mayor IVI representan 37.78 % de este valor para las 39 especies reportadas en este sitio. La especie con el valor máximo de IVI fue *Lysiloma latisiliquum*.

**Tabla IV. 26. Índice de valor de importancia para las cinco especies leñosas mayores a 1.5 m de altura, con los máximos valores de IVI, en el cuarto sitio de muestreo**

Especie	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	Índice de Valor de Importancia
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	6.17	4.82	40.59	51.58
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	6.17	4.82	10.61	21.61
<i>Thouinia paucidentata</i>	6.79	4.82	2.80	14.41
<i>Guettarda combsii</i>	7.41	2.41	3.37	13.18
<i>Acacia gaumeri</i>	1.85	2.41	8.29	12.56

### *Estructura vertical*

En las cuatro parcelas estudiadas se registraron 666 individuos, los cuales se distribuyen verticalmente de la siguiente forma: el 44.74 % de los individuos se presentan en el estrato más bajo entre 1.5-4.4 m de altura, 25.37 % se encuentran en el estrato entre 4.5-7.4 m, 17.27 % se registran en el estrato entre 7.5-10.4 m y 12.62 % de los individuos muestreados posee alturas mayor o igual a 10.5 m de altura, la cual representa el estrato arbóreo superior que caracteriza a esta comunidad vegetal. Este porcentaje de individuos registrados en el dosel superior nos da una idea del mediano grado de recuperación que presenta este tipo de vegetación en el Área del Proyecto, ya que el estrato arbóreo superior está bien representado.

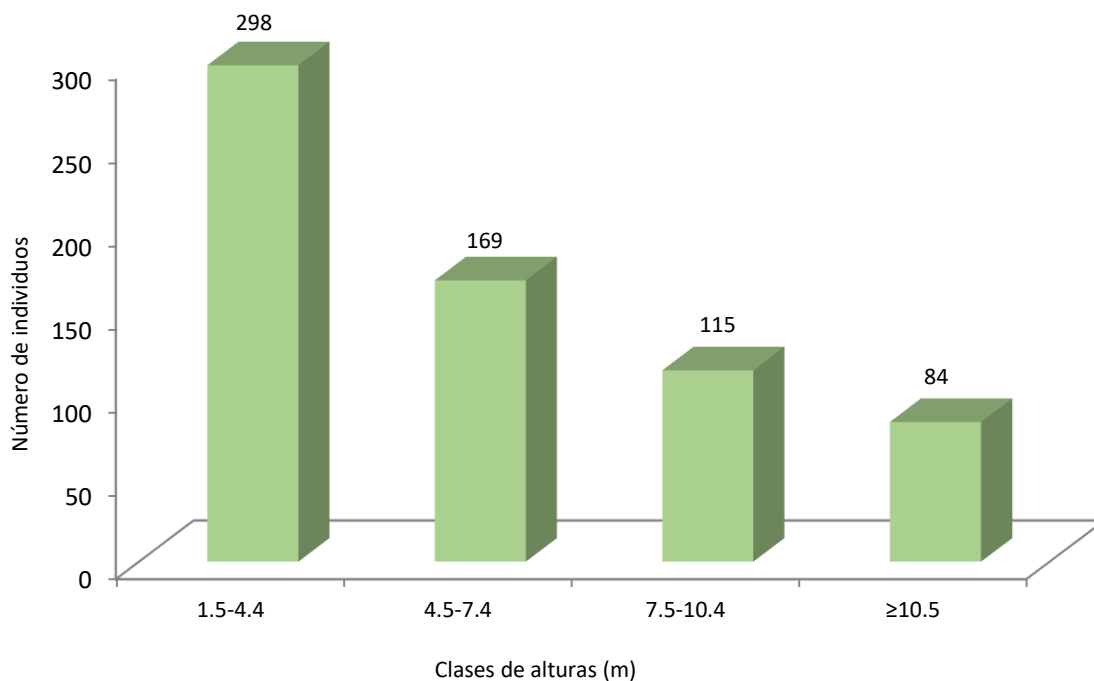


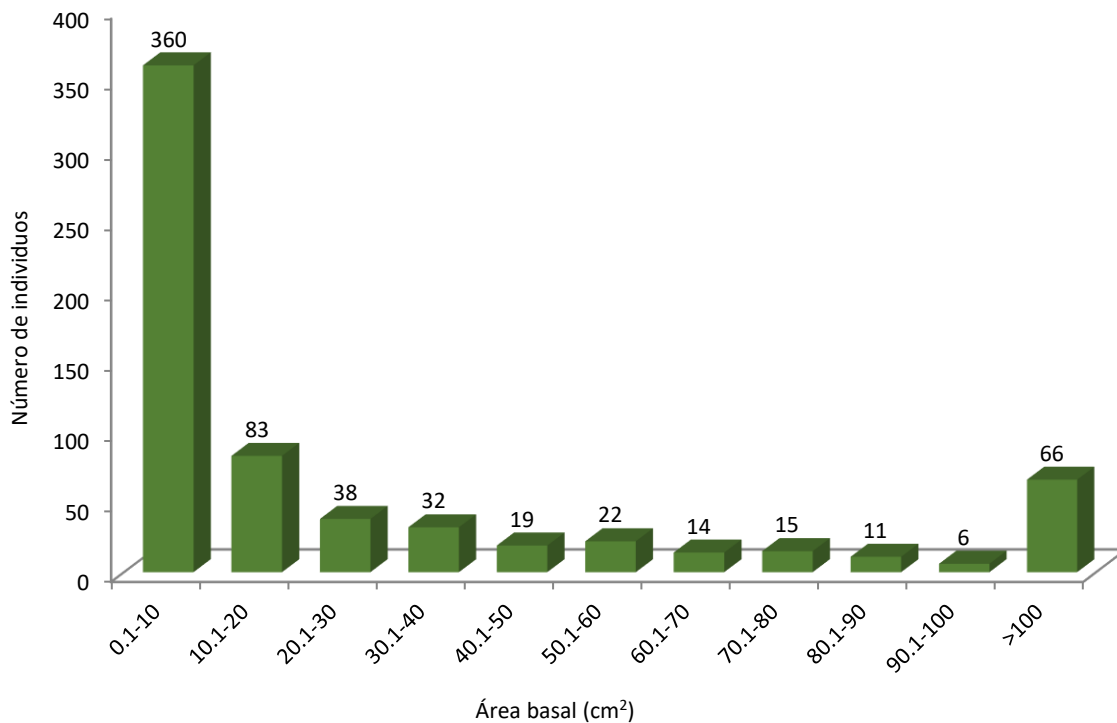
Figura IV. 26. Estructura vertical de la selva mediana subcaducifolia en el Área del Proyecto

### *Estructura horizontal*

El diámetro de los individuos solamente se estimó para aquellos con valores mayores a 1 m de altura, por lo que el estrato herbáceo no está representado en este análisis. La distribución de los valores de área basal para todos los individuos se muestra en la siguiente figura.

De los 666 individuos registrados, 54.05 % se presentan en la clase entre 1.0-10 cm<sup>2</sup> de área basal, 12.46 % se presentan en la clase entre 10.1-20 cm<sup>2</sup>, 5.7 % en la clase entre 20.1-30 cm<sup>2</sup>, 4.8 % en la clase entre 30.1-40 cm<sup>2</sup>, 2.85 % en la clase entre 40.1-50 cm<sup>2</sup>, 3.3 % en la clase entre 50.1-60 cm<sup>2</sup>, 2.1 % en la clase entre 60.1-70 cm<sup>2</sup>, 2.26 % en la clase entre 70.1-80 cm<sup>2</sup>, 1.66 % en la clase entre 80.1-90 cm<sup>2</sup>, 0.91 % en la clase entre 90.1-100 cm<sup>2</sup> y 9.91 % de los individuos muestreados tiene área basal mayor a 100 cm<sup>2</sup>.

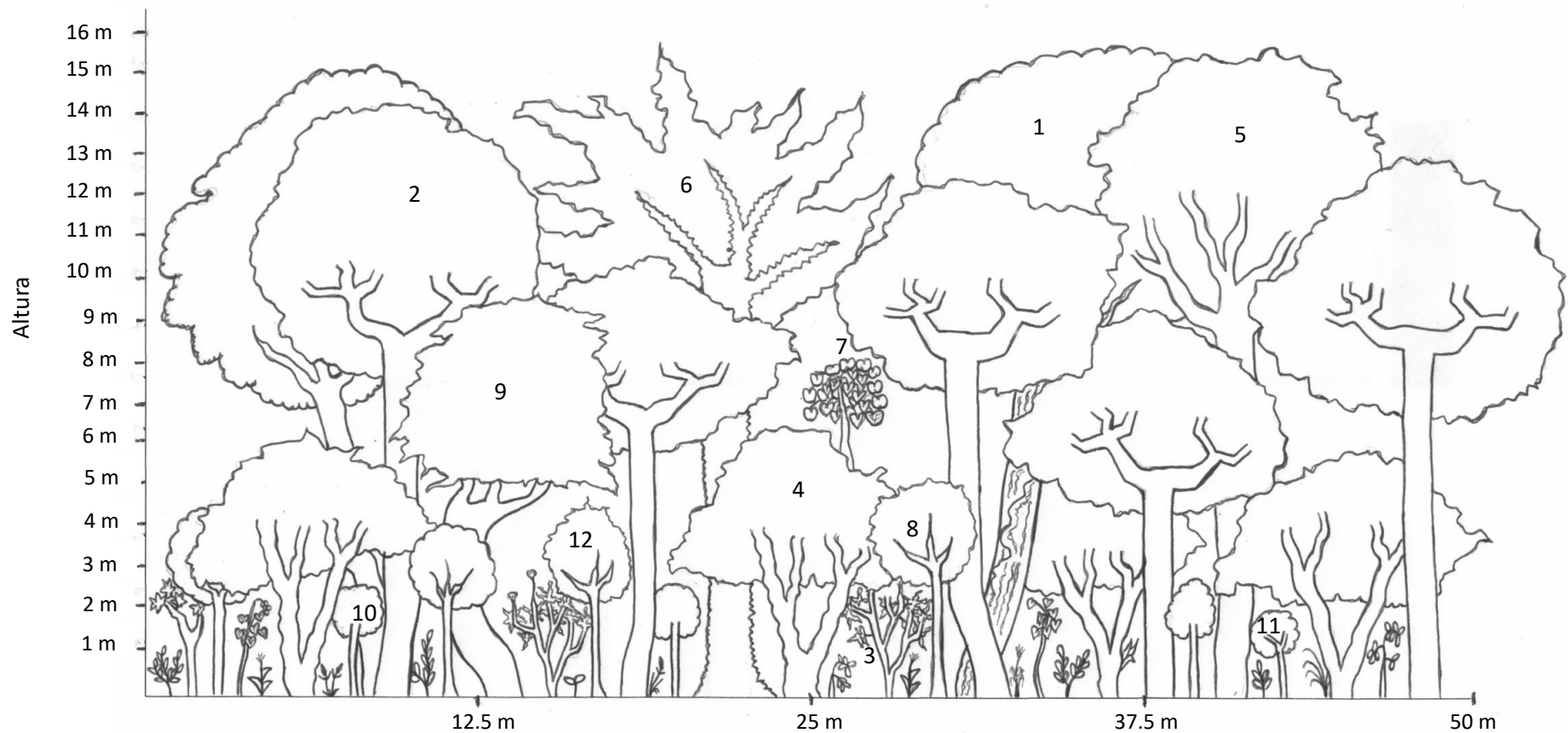
Estos datos están relacionados con las clases de altura y nos reflejan que la mayoría de los organismos leñosos son de diámetros pequeños, aunque existe el 9.91 % de los organismos que poseen áreas basales grandes, lo que nos indica que la vegetación está en un avanzado estado de recuperación.



**Figura IV. 27. Estructura horizontal de la selva mediana subcaducifolia en el Área del Proyecto**

El estrato herbáceo es muy escaso debido a que el dosel de la vegetación está bastante cerrado, encontrando generalmente plántulas de las especies leñosas dominantes, así como herbáceas comunes de las especies *Dioscorea polygonoides*, *Coursetia caribaea*, *Lasiacis sp.*, *Urvillea ulmacea* y *Paullinia cururu*.

La ausencia de un estrato herbáceo desarrollado nos indica que el dosel superior está cerrado, lo cual es un indicador del avanzado estado de recuperación de la vegetación. Al observar las gráficas de estructura vertical y horizontal, podemos interpretar que tenemos valores elevados tanto para altura, como para área basal, lo cual es otro indicador del estado de regeneración, lo cual es una situación rara en el estado de Yucatán, debido a la gran cantidad de localidades dispersas en todo el territorio y a las actividades económicas que se desarrollan, principalmente en el área agropecuaria.



Perfil de la selva mediana subcaducifolia, representando las especies arbóreas dominantes. 1) *Metopium brownei*; 2) *Bursera simaruba*; 3) *Cnidoscolus souzae*; 4) *Gymnopodium floribundum*; 5) *Caesalpinia gaumeri*; 6) *Ceiba aesculifolia*; 7) *Jatropha gaumeri*; 8) *Bunchosia swartziana*; 9) *Piscidia piscipula*; 10) *Randia longiloba*; 11) *Eugenia* sp.; 12) *Guettarda gaumeri*.

**Figura IV. 28. Perfil de la selva mediana subcaducifolia**

## BIODIVERSIDAD

La descripción de las comunidades vegetales en función de su composición de especies y la distribución del total plantas de cada una de las especies encontradas, los índices que a continuación se describen permitieron evaluar la diversidad en el Área del Proyecto.

**Tabla IV. 27. Índices de Biodiversidad aplicados**

Índice	Descripción	Fórmula
Riqueza específica (S)	Es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas	S=número de especies
Índice de Shannon-(H')	Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos.	$H' = -\sum p_i \log_2 p_i$ <p style="font-size: small;">pi=abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.</p>

Para el índice de diversidad de Shannon, adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. Los valores máximos del índice reportados son cercanos a seis (esto último es muy raro que ocurra); por lo tanto, a mayor valor del índice, mayor es la diversidad de un área.

El índice de Shannon es independiente del tamaño de la muestra esto quiere decir que funciona bien con pocos datos de conteo. De acuerdo con el índice Shannon, todos aquellos sitios que hayan presentado valores altos, estarán más equilibrados respecto al número de especies y su abundancia. Mientras que valores de dominancia ( $\lambda$ ) bajos indican que el sitio tiene una mayor diversidad, es decir, las especies tienen una frecuencia similar en la muestra y tendrían la misma probabilidad de ser encontrarlas en muestreos consecutivos, por el contrario en sitios con valores altos ( $\lambda = 1$ ) se presentará una baja diversidad, debido a que solo una parte de las especies presenta frecuencias altas.

El valor del índice obtenido para la selva mediana subcaducifolia estudiada en este trabajo es 3.629, el cual se considera alto al compararlo con resultados de otros trabajos realizados en la península de Yucatán en tipos de vegetación estacional: 1.76 el Calcehtok, 2.00 en Ticul, 1.85 Kabah, 2.25 Tzucacab, 2.23 en San Mateo, 2.14 en Othón Blanco, 0.94 en Uitzina y 1.25 en las ruinas del Mirador (White & Hood, 2004).

### ESPECIES EN ESTATUS DE CONSERVACIÓN

Durante los trabajos de campo se registraron cuatro especies en estatus de conservación, dos amenazadas y dos en categoría de protección especial.

**Tabla IV. 28. Especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010**

Especie	Nombre común	Estatus según la NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Astronium graveolens</i>	Palmito	Amenazada
<i>Zamia lodigessii</i>	Jobillo	Amenazada
<i>Vanilla planifolia</i>	Vainilla	Protección especial
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	Protección especial



**Fotografía IV.17 *Astronium graveolens***



**Fotografía IV.18 *Vanilla planifolia***

#### IV.2.2.2.2.FAUNA

Para caracterizar todos los grupos de vertebrado se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica a fin de tener una lista de especies de anfibios, reptiles, aves y mamíferos, cuyo rango de distribución potencial incluyera el SAR. En el Capítulo VIII, se presentan los listados completos de las especies de fauna con distribución potencial en el SAR y Área del Proyecto.

De acuerdo a la revisión bibliográfica realizada, se encontró que el número de especies de fauna con una distribución potencial en el SAR, fue de 416 especies, distribuidas en 35 órdenes y 105 familias, siendo el grupo de aves el que presenta el mayor número de especies como se observa en la siguiente tabla.

**Tabla IV. 29. Número de especies con distribución potencial en el SAR**

Grupo	No. de orden	No. familias	No. de especies
Anfibios	2	8	17
Reptiles	2	16	64
Aves	21	56	274
Mamíferos	10	25	61

Para caracterizar la fauna en el Área del Proyecto, se llevaron a cabo muestreos de dos tipos:

- Directos: este tipo de muestreo se basan en la captura y/u observación directa de los organismos, por parte del equipo de investigadores en campo. En cada uno de los grupos se presenta la metodología aplicada.
- Indirectos: este muestreo se realiza mediante el rastreo de indicios de la presencia de los animales, a través de evidencias físicas recientes como madrigueras, huellas, excretas, rastros, letrinas, sitios de alimentación, muda de piel, cadáveres, vocalización, alimento, nidos y otros.

Como resultado de los muestreos realizados, se registraron un total de 123 especies de vertebrados terrestres pertenecientes a 58 familias y 22 órdenes. El grupo más representativo fue el de las aves con 78 especies registradas en campo, seguido de los mamíferos con 24 especies, luego los reptiles con 17 especies y finalmente los anfibios con 4.

**Tabla IV. 30. Riqueza de vertebrados registrados en los muestreos realizados.**

Grupo	Órdenes	Familias	Especies
Anfibios	1	3	4
Reptiles	1	10	17
Aves	12	29	78
Mamíferos	8	16	24

### *ANFIBIOS Y REPTILES*

Para determinar las especies de anfibios y reptiles, se realizaron recorridos diurnos y nocturnos con la intención de registrar especies diurnas, crepusculares y nocturnas. Estos transectos fueron recorridos en las mañanas de 7:00 am a 11:00 am y en las noches de 7:00 pm a 11:00 pm utilizando el método estandarizado para inventarios de anfibios y reptiles propuesto por Lips et al. (2001). El cual consistió en realizar transectos de registros por encuentros visuales (REV), en los que dos personas caminaron lentamente a lo largo de estos transectos con un esfuerzo de muestreo medio; revisando cuidadosamente a los organismos en la vegetación, bajo piedras, troncos caídos, agujeros en los árboles, oquedades en las piedras con depósitos de agua (sartenejas o haltunes), agujeros en el suelo, removiendo hojarasca, etc. y cualquier sitio donde se pudieran encontrar la presencia de estos organismos.

Se utilizaron ganchos herpetológicos y una azadilla como herramientas para la búsqueda y lanternas como equipo de apoyo para los muestreos nocturnos. Un individuo de cada especie fue trasladado en bolsas de tela, jaulas de malla y botes de plástico para la obtención de material fotográfico.



**Fotografía IV.19 Jaula de malla y gancho herpetológico utilizado para capturar a anfibios y reptiles para su identificación y registro fotográfico**

Se realizaron un total de 11 transectos con una dimensión aproximada de de mil metros de largo y cuatro metros de ancho.



**Tabla IV. 31. Coordenadas de ubicación de los transectos realizados**

Transecto	Coordenadas de inicio		Coordenadas finales	
	X	Y	X	Y
1	367,264	2,284,151	367,040	2,283,767
2	367,326	2,284,275	367,616	2,284,217
3	367,623	2,284,206	367,679	2,283,938
4	367,459	2,284,251	366,821	2,283,940
5	367,667	2,283,609	368,049	2,284,202
6	367,107	2,284,498	367,781	2,283,240
7	367,781	2,283,240	367,107	2,284,498
8	367,294	2,283,014	367,484	2,283,029
9	367,487	2,283,027	367,361	2,283,016
10	367,383	2,282,998	368,632	2,283,145
11	367,383	2,282,998	368,632	2,283,145

Como resultado del trabajo de campo, se registraron 4 especies de anfibios distribuidas en tres familias y un orden, y 17 especies de reptiles distribuidas en 10 familias y dos órdenes. En la siguiente tabla se enlistan las especies registradas.

**Tabla IV. 32. Especies de anfibios y reptiles registrados**

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Anura	Hylidae	<i>Tripurion petasatus</i>	Rana de arbol yucateca
		<i>Smilisca baudinii</i>	Rana de arbol mexicana
	Microhylidae	<i>Hypopachus variolosus</i>	Rana termitera
	Bufonidae	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo costero
Squamata	Colubridae	<i>Dipsas brevifacies</i>	Culebra caracolera
		<i>Imantodes tenuissimus</i>	Culebra cordelilla yucateca
		<i>Ficimia publia</i>	Culebra naricilla manchada
		<i>Ninia sebae</i>	Culebra de cafetal
		<i>Leptodeira frenata</i>	Ojo de gato
		<i>Mastigodryas melanolomus</i>	Ratonera
	Corytophanidae	<i>Laemactis serratus</i>	Lemacto coronado
	Dactyloidae	<i>Anolis rodriguezi</i>	Abaniquillo liso del sureste
		<i>Anolis tropidonotus</i>	Abaniquillo escamoso mayor
	Eublepharidae	<i>Coleonyx elegans</i>	Cuija yucateca
	Gekkonidae	<i>Thecadactylus rapicauda</i>	Geco cola de nabo
	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana espinosa rayada
		Teiidae	<i>Holcosus undulatus</i>
	<i>Aspidoscelis angusticeps</i>		Huico yucateco
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija escamosa	
Testudines	Emydidae	<i>Terrapene yucatanana</i>	Tortuga de caja yucatanana
	Kinosternidae	<i>Kinosternon creaseri</i>	Tortuga de pantano yucateca



Fotografía IV.20 *Smilisca baudinii*  
(Rana de árbol mexicana)



Fotografía IV.21 *Incilius valliceps*  
(Sapo costero)



Fotografía IV.22 *Hypopachus variolosus* (Rana termitera)



Fotografía IV.23 *Anolis rodriguezi*  
(Abaniquillo liso del sureste)



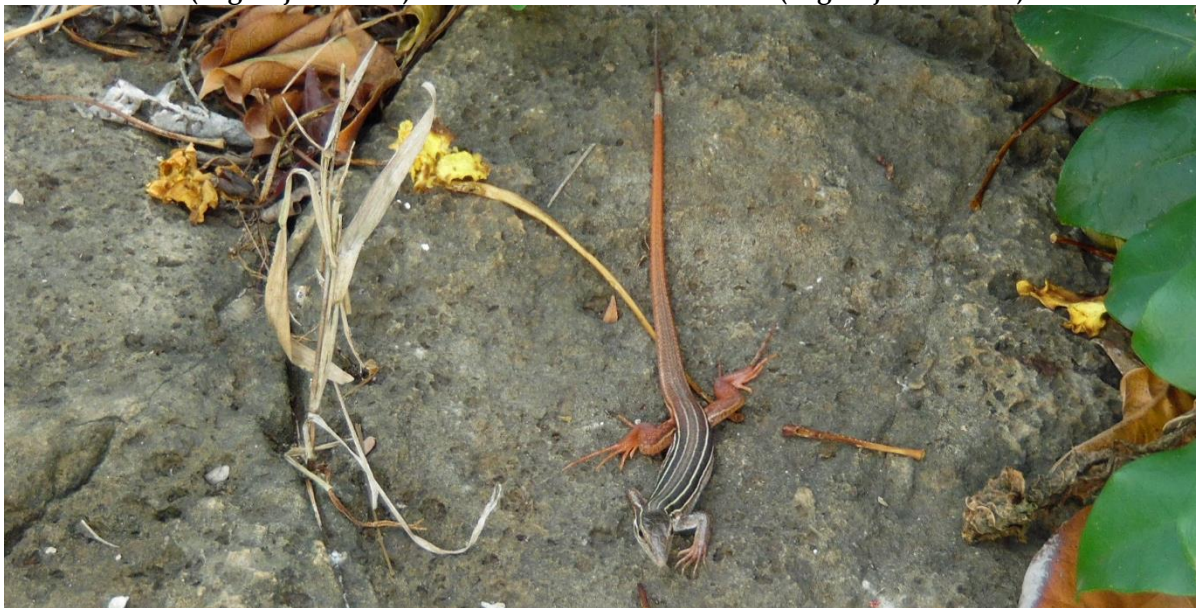
Fotografía IV.24 *Anolis tropidonotus*  
Abaniquillo escamoso mayor



Fotografía IV.25 *Holcosus undulatus*  
(Lagartija arcoíris)



Fotografía IV.26 *Sceloporus chrysostictus*  
(Lagartija escamosa)



Fotografía IV.27 *Aspidoscelis angusticeps* (Huico yucateco)



Fotografía IV.28 *Ficimia publia*  
(culebra naricilla manchada)



Fotografía IV.29 *Ninia sebae*  
(Culebra de cafetal)



Fotografía IV.30 *Kinosternon creaseri* (Tortuga de pantano yucateca)

Los anfibios presentaron un mayor número de registros con 136 ejemplares hallados, siendo los más abundantes la rana arborícola cabeza de casco yucateca (*Tripurion petasatus*) y la rana común arborícola mexicana (*Smilisca baudinii*) con 76 y 46 ejemplares respectivamente. En reptiles, se encontró un total de 45 ejemplares, siendo la lagartija lisa (*Anolis rodriguezii*) y la lagartija arcoíris (*Holcosus undulatus*) las especies más abundantes con 7 ejemplares registrados para cada especie.

Las especie que registraron una mayor densidad de individuos por hectárea fue la rana cabeza de casco yucateca (*Tripurion petasatus*) con 14.12 ind/ha. De los reptiles y anfibios encontrados, 8 especies presentan abundancia muy baja, esto se debe a que sólo se registró un individuo durante todos los transectos recorridos. Ejemplos de estas especies son la tortuga de caja de Yucatán (*Terrapene yucatanana*) y la serpiente ojos de gato de la selva (*Leptodeira frenata*).

**Tabla IV. 33. Abundancia y densidades de las especies de anfibios y reptiles registrados**

Familia	Especie	No. De individuos	Ind/ha
<b>Bufonidae</b>	<i>Incilius valliceps</i>	6	1.12
<b>Hylidae</b>	<i>Smilisca baudinii</i>	46	8.55
	<i>Tripurion petasatus</i>	76	14.12
<b>Microhylidae</b>	<i>Hypopachus variolosus</i>	8	1.49
<b>Kinosternidae</b>	<i>Cryptochelys creaseri</i>	4	0.74
<b>Emydidae</b>	<i>Terrapene yucatana</i>	1	0.19
<b>Eublepharidae</b>	<i>Coleonyx elegans</i>	4	0.74
<b>Gekkonidae</b>	<i>Thecadactylus rapicauda</i>	1	0.19
<b>Corytophanidae</b>	<i>Laemantus serratus</i>	2	0.37
<b>Iguanidae</b>	<i>Ctenosaura similis</i>	2	0.37
<b>Phrynosomidae</b>	<i>Sceloporus chrysostrictus</i>	5	0.93
<b>Polychrotidae</b>	<i>Anolis rodriguezii</i>	7	1.30
	<i>Anolis tropidonotus</i>	4	0.74
<b>Teiidae</b>	<i>Holcosus undulatus</i>	7	1.30
	<i>Aspidoscelis agusticeps</i>	1	0.19
<b>Colubridae</b>	<i>Dipsas brevifacies</i>	1	0.19
	<i>Ficimia publia</i>	1	0.19
	<i>Imantodes tenuissimus</i>	2	0.37
	<i>Leptodeira frenata</i>	1	0.19
	<i>Mastigodryas melanolomus</i>	1	0.19
	<i>Ninia sebae</i>	1	0.19

### AVES

Para caracterizar al grupo aves, se realizaron muestreos intensivos, para este grupo se aplicaron dos tipos de métodos directos: las redes de niebla y el transecto de banda con conteo por puntos (Ralph et al. 1994).

Se utilizaron redes de niebla que fueron colocadas en sitios estratégicos donde se observó mayor actividad de aves y en fragmentos de vegetación con mayor cobertura. En total se colocaron cinco redes de niebla, una de 12 m de largo por 2.6 m de altura y con un ancho de malla de 33 mm y seis redes de 6 m de largo por 2.6 m de altura y ancho de malla de 33 mm, las cuales estuvieron abiertas desde las 6:00 hasta las 11:00 hrs durante dos días en cada sitio para obtener un esfuerzo total de 480 MRH por sitio. Las redes fueron revisadas cada media hora y los individuos capturados fueron identificados con ayuda de guías de campo especializadas para este grupo.

**Tabla IV. 34. Coordenadas de ubicación de redes de niebla**

Coordenadas		Coordenadas	
X	Y	X	Y
367191	2283962	367673-	2283605
367201	2283972	367663	2283576
367220	2283978	367411	2283008
367238	2283984	367400	2283004
367260	2283990	367392	2283003
367647	2283607	367364	2283003
367655	2283606	367339	2283006
367669	2283603	--	--



**Fotografía IV.31 Ejemplo de la captura de la aves mediante las redes de niebla**

Se utilizó el método de transecto en banda con conteo por puntos (cada punto con 20 m de radio) con un largo de 1 Km y un ancho de banda de 15 m a cada lado; los muestreos se realizaron de las 06:00 a las 10:00 hrs. Por las tardes únicamente se realizaron recorridos para completar el listado avifaunístico de las 17:00 a las 18:00 hrs. Las especies fueron registradas de forma auditiva y/o visual con la ayuda de binoculares e identificadas con guías especializadas. Los transectos se llevaron a cabo por siete días, iniciándose a las 06:00 am y finalizando a las 11:00 pm y en la tarde de 18:00 a las 20:00.

**Tabla IV. 35. Coordenadas de ubicación de transectos para el registro de aves**

Coordenada inicial		Coordenada final	
X	Y	X	Y
366992	2283685	367651	2284122
366992	2283685	367651	2284122
367629	2284013	367073	2283532
366804	2283557	367464	2283012
367775	2283098	366957-	2282901

La elección de ambos métodos (redes y transectos) utilizados en el área del proyecto se justifica debido a que ambos son complementarios, de manera que permiten una mayor representatividad en el registro de especies en el área estudiada (Whitman et al., 1997). Ambos métodos son adecuados para obtener de manera rápida y confiable el mayor número de especies en períodos relativamente cortos (Ralph et al., 1994).

El grupo de las aves es el mejor representado de acuerdo al trabajo de campo realizado, se registraron un total de 78 especies (**S**), **agrupadas en 12 órdenes y 29 familias**. El orden con mayor número de especies fueron de la familia de los *Passeriformes* con 47 especies, Las familias mejor representadas fueron Tyrannidae con doce especies; seguidas por Picidae e Icteridae, ambas con seis especies.

De acuerdo con su estatus de residencia, el grupo de las residentes fue el mejor representado con el 95% de las especies, le siguieron en representatividad las migratorias de verano con tres especies: *Vireo flavoviridis*, *Myiodynastes maculatus* y *Cyanerpes cyaneus*. Así como una especie catalogadas como residentes con poblaciones migratorias: *Cathartes aura*. En la siguiente tabla se presenta el listado de especies registradas.

**Tabla IV. 36. Especies de aves registradas en los muestreos**

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Residencia
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	Tinamú canelo	R
Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca común	R
Galliformes	Odontophoridae	<i>Dactylortyx thoracicus</i>	Codorniz silbadora	R
Galliformes	Phasianidae	<i>Meleagris ocellata</i>	Pavo ocelado	R
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	R/MI
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Leptodon cayanensis</i>	Gavilán cabeza gris	R
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteogallus urubitinga</i>	Aguililla negra mayor	R
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla caminera	R
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris	R
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada	R
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita pico rojo	R
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	R
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila jamaicensis</i>	Paloma caribeña	R
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cuclillo canela	R
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Dromococcyx phasianellus</i>	Cuclillo faisán	R

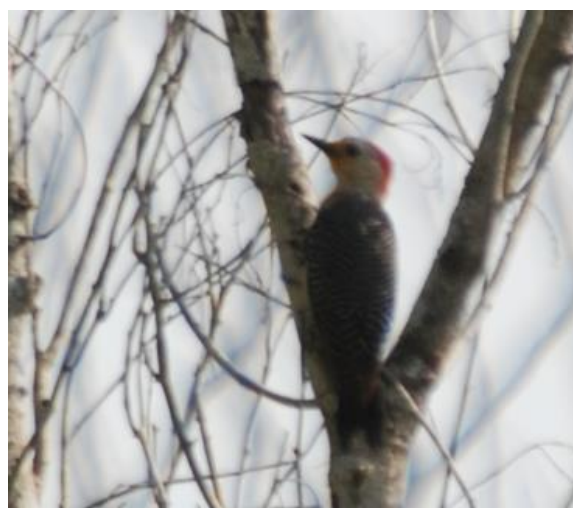
Orden	Familia	Especie	Nombre común	Residencia
Strigiformes	Strigidae	<i>Megascops guatemalae</i>	Tecolote sapo	R
Strigiformes	Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajoño	R
Strigiformes	Strigidae	<i>Ciccaba virgata</i>	Búho café	R
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia candida</i>	Colibrí cándido	R
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon caligatus</i>	Trogon violáceo	R
Coraciiformes	Momotidae	<i>Momotus momota</i>	Momoto corona azul	R
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	R
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero Cheje	R
Piciformes	Picidae	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero Mexicano	R
Piciformes	Picidae	<i>Picoides fumigatus</i>	Carpintero café	R
Piciformes	Picidae	<i>Colaptes rubiginosus</i>	Carpintero oliva	R
Piciformes	Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	R
Piciformes	Picidae	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero pico plata	R
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio	R
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	R
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona xantholora</i>	Loro Yucateco	R
Passeriformes	Furnariidae	<i>Sittasomus griseicapillus</i>	Trepatroncos cabeza gris	R
Passeriformes	Furnariidae	<i>Dendrocincla anabatina</i>	Trepatroncos sepia	R
Passeriformes	Furnariidae	<i>Dendrocincla homochroa</i>	Trepatroncos canelo	R
Passeriformes	Furnariidae	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	Trepatroncos bigotudo	R
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiopagis viridicata</i>	Elenia verdosa	R
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Oncostoma cinereigulare</i>	Mosquero pico curvo	R
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	Mosquero ojos blancos	R
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Platyrinchus canrominus</i>	mosquero pico chato	R
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus cinereus</i>	Pibi tropical	R
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Attila spadiceus</i>	Atila	R
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus yucatanensis</i>	Papamoscas yucateco	R
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste	R
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	R
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	R
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiodynastes maculatus</i>	Papamoscas rayado	MV
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus couchii</i>	Tirano silbador	R
Passeriformes	Tityridae	<i>Tityra semifasciata</i>	Titira enmascarada	R
Passeriformes	Tityridae	<i>Tityra inquisitor</i>	Titira pico negro	R
Passeriformes	Tityridae	<i>Pachyrhamphus aglaiae</i>	Mosquero cabezón-degollado	R
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	R
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo flavoviridis</i>	Vireo verdeamarillo	MV
Passeriformes	Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Vireón ceja rufa	R
Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara verde	R
Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	R
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Thryothorus ludovicianus</i>	Chivirin de Carolina	R



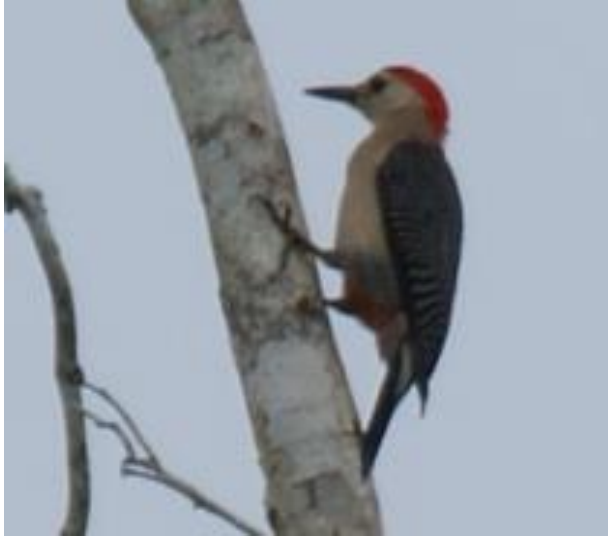
Orden	Familia	Especie	Nombre común	Residencia
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Pheugopedius maculipectus</i>	Chivirin moteado	R
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Uropsila leucogastra</i>	Chivirin vientre blanco	R
Passeriformes	Poliopitidae	<i>Poliopitila caerulea</i>	Perlita azul-gris	R
Passeriformes	Poliopitidae	<i>Poliopitila plumbea</i>	Perlita tropical	R
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo pardo	R
Passeriformes	Mimidae	<i>Melanoptila glabrirostris</i> *	Mauillador negro	R
Passeriformes	Thraupidae	<i>Eucometis penicillata</i>	Tangara cabeza gris	R
Passeriformes	Thraupidae	<i>Cyanerpes cyaneus</i>	Mielero pata-roja	MV
Passeriformes	<i>Incertae sedis</i>	<i>Saltator atriceps</i>	Picurero cabeza negra	R
Passeriformes	Emberizidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	R
Passeriformes	Emberizidae	<i>Tiaris olivaceus</i>	Semillero oliváceo	R
Passeriformes	Emberizidae	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Rascador oliváceo	R
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Habia fuscicauda</i>	Tangara-hormiguero garganta roja	R
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Granatellus sallaei</i>	Granatelo yucateco	R
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Cyanocompsa parellina</i>	Colorín azul-negro	R
Passeriformes	Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	R
Passeriformes	Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo	R
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero encapuchado	R
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero Yucateco	R
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de Altamira	R
Passeriformes	Icteridae	<i>Amblycercus holosericeus</i>	Cacique pico claro	R
Passeriformes	Fringillidae	<i>Euphonia hirundinacea</i>	Eufonia garganta-amarilla	R



**Fotografía IV.32** *Columbina passerina*  
(Tortolita pico rojo)



**Fotografía IV.33** *Melanerpes pygmaeus*  
(Carpintero yucateco)



Fotografía IV.34 *Melanerpes aurifrons*  
(Carpintero cheje)



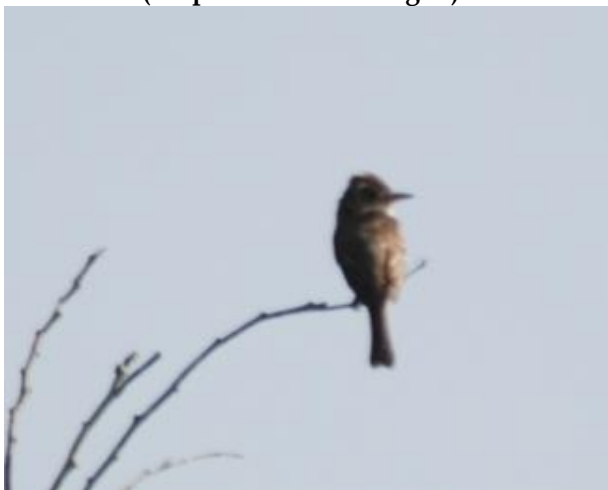
Fotografía IV.35 *Picoides fumigatus*  
(Carpintero café)



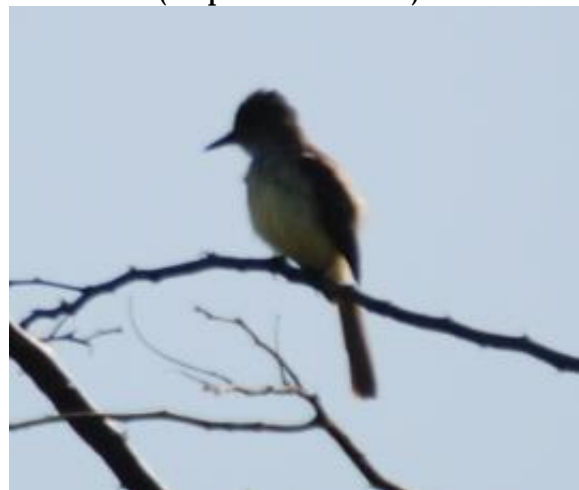
Fotografía IV.36 *Sittasomus griseicapillus*  
(Trepatroncos cabeza gris)



Fotografía IV.37 *Dendrocincla homochroa*  
(Trepatroncos canelo)



Fotografía IV.38 *Contopus cinereus*  
(Pibi tropical)



Fotografía IV.39 *Myiarchus tuberculifer*  
(Papamoscas triste)



Fotografía IV.40 *Megarynchus pitangua*  
(Luis pico grueso)



Fotografía IV.41 *Myiozetetes similis*  
(Luis gregario)



Fotografía IV.42 *Tyrannus couchii*  
(Tirano silbador)



Fotografía IV.43 *Tityra semifasciata*  
(Titira enmascarada)



Fotografía IV.44 *Tityra inquisitor*  
(Titira pico negro)



Fotografía IV.45 *Vireo flavoviridis*  
(Vireo verdeamarillo)



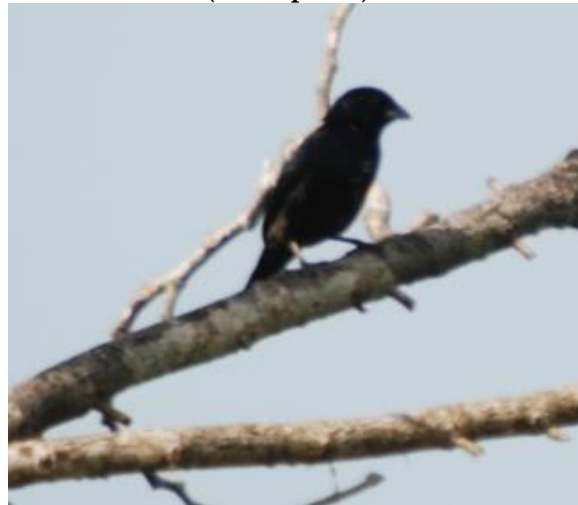
Fotografía IV.46 *Cyanocorax yucatanicus*  
(Chara yucateca)



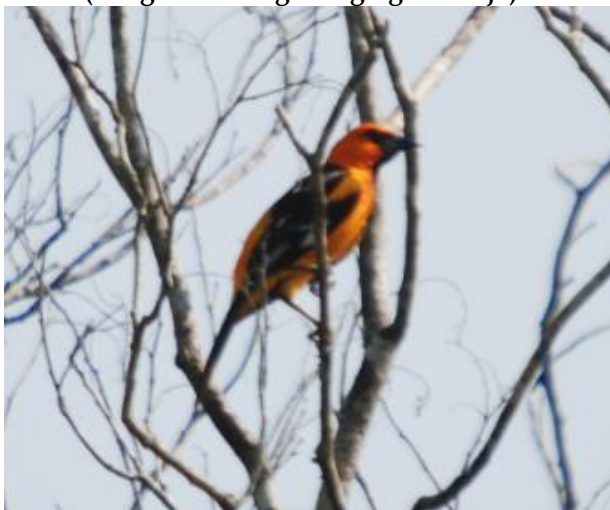
Fotografía IV.47 *Turdus grayi*  
(Mirlo pardo)



Fotografía IV.48 *Habia fuscicauda*  
(Tangara-hormiguera garganta roja)



Fotografía IV.49 *Volatinia jacarina*  
(Semillero brincador)



Fotografía IV.50 *Icterus gularis* (Bolsero de  
Altamira)



Fotografía IV.51 *Dives dives* (Tordo cantor)



Fotografía IV.52 *Cathartes aura* (Zopilote aura)



Fotografía IV.53 *Pachyramphus aglaiae*  
(Mosquero cabezón-degollado)

Considerando a las especies registradas dentro y fuera del ancho de banda del transecto; así como las capturadas en las redes de niebla, en total se obtuvo un registro de 523 individuos de aves durante el trabajo de campo.

Las especies más abundantes (con 50 individuos o más) que en su conjunto conforman el 41% de la abundancia total son: el vireo verdeamarillo (*V. flavoviridis*) con 99 individuos (33 ind/ha) el maullador negro (*Melanoptila glabrirostris*) con 60 individuos (20 ind/ha) y el mirlo pardo (*Turdus grayi*) con 59 individuos (18.6 ind/ha). Por otra parte fueron 20 las especies que presentaron abundancias muy bajas (con 1 individuo). Algunos ejemplos son: *Granatellus sallaei*, *Myiarchus yucatanensis*, *Amazilia candida* y *Leptodon cayanensis*.

Para la estimación de las densidades de aves, se consideraron únicamente a los individuos verificados dentro del ancho de la banda de los transectos realizados. Se utilizó la siguiente fórmula:

$$D = n/2 Lw$$

Donde n es el número de individuos registrados dentro del ancho del transecto, L es el largo del transecto y w el ancho de un lado del transecto (Bibby et al., 1993). En la siguiente tabla se presenta la estimación de la abundancia de las especies de aves.

**Tabla IV. 37. Abundancia y densidad para las especies de aves registradas durante los trabajos de campo**

Especies	Abundancia	Densidad	Especies	Abundancia	Densidades
<i>Amazilia candida</i>	1	0.333	<i>Granatellus sallaei</i>	1	0.333
<i>Amazona albifrons</i>	3	1	<i>Habia fuscicauda</i>	9	3
<i>Amazona xantholora</i>	2	0.667	<i>Icterus auratus</i>	4	1.333
<i>Amblycercus holosericeus</i>	2	0.667	<i>Icterus cucullatus</i>	2	0.667
<i>Arremonops rufivirgatus</i>	6	2	<i>Icterus gularis</i>	13	4.333
<i>Attila spadiceus</i>	2	0.667	<i>Leptodon cayanensis</i>	1	0.333
<i>Buteo plagiatus</i>	1	0.333	<i>Leptotila jamaicensis</i>	6	2
<i>Campephilus guatemalensis</i>	1	0.333	<i>Leptotila verreauxi</i>	16	5.333
<i>Cathartes aura</i>	3	1	<i>Megarynchus pitangua</i>	3	1
<i>Ciccaba virgata</i>	3	1	<i>Megascops guatemalae</i>	2	0.667
<i>Colaptes rubiginosus</i>	2	0.667	<i>Melanerpes aurifrons</i>	9	3
<i>Columbina passerina</i>	4	1.333	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	3	1
<i>Contopus cinereus</i>	3	1	<i>Melanoptila glabrirostris</i>	60	20
<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	3	1	<i>Molothrus aeneus</i>	4	1.333
<i>Cyanerpes cyaneus</i>	2	0.667	<i>Momotus momota</i>	6	2
<i>Cyanocompsa parellina</i>	2	0.667	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	3	1
<i>Cyanocorax yncas</i>	3	1	<i>Myiarchus yucatanensis</i>	1	0.333
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	8	2.667	<i>Myiodynastes maculatus</i>	5	1.667
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	3	1	<i>Myiopagis viridicata</i>	3	1
<i>Dendrocincla anabatina</i>	3	1	<i>Myiozetetes similis</i>	6	2
<i>Dives dives</i>	5	1.667	<i>Oncostoma cinereigulare</i>	1	0.333
<i>Dromococcyx phasianellus</i>	1	0.333	<i>Ortalis vetula</i>	1	0.333
<i>Dryocopus lineatus</i>	2	0.667	<i>Pachyramphus aglaiae</i>	6	2
<i>Eucometis penicillata</i>	4	1.333	<i>Patagioenas flavirostris</i>	1	0.333
<i>Euphonia hirundinacea</i>	1	0.333	<i>Pheugopedius maculipectus</i>	4	1.333

Especies	Abundancia	Densidades	Especies	Abundancia	Densidades
<i>Eupsittula nana</i>	6	2	<i>Tityra inquisitor</i>	3	1
<i>Glaucidium brasilianum</i>	3	1	<i>Tityra semifasciata</i>	1	0.333
<i>Piaya cayana</i>	1	0.333	<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	4	1.333
<i>Picoides scalaris</i>	2	0.667	<i>Trogon caligatus</i>	1	0.333
<i>Platyrinchus cancrominus</i>	1	0.333	<i>Turdus grayi</i>	56	18.667
<i>Polioptila caerulea</i>	3	1	<i>Tyrannus couchii</i>	4	1.333
<i>Polioptila plumbea</i>	1	0.333	<i>Uropsila leucogastra</i>	7	2.333
<i>Rupornis magnirostris</i>	3	1	<i>Vireo flavoviridis</i>	99	33
<i>Saltator atriceps</i>	2	0.667	<i>Vireo pallens</i>	1	0.333
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	7	2.333	<i>Volatinia jacarina</i>	3	1
<i>Thryothorus ludovicianus</i>	10	3.333	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	7	2.333
<i>Tiaris olivaceus</i>	7	2.333			

Las especies *Dendrocincla homochroa*, *Picoides fumigatus*, *Buteogallus urubitinga*, *Dactylortyx thoracicus* y *Meleagris ocellata* se registraron fuera de los transectos por lo que no se calculo su abundancia y densidad.

## MAMÍFEROS

Como resultado de los trabajos de campo, se registraron veinticuatro especies de mamíferos, correspondientes a ocho ordenes y a dieciseis familias. Para caracterizar a los mamíferos en el Área del Proyecto, se utilizaron diferentes metodologías, las cuales se describen a continuación:

### *Mamíferos medianos*

El registro de este grupo se realizó mediante métodos indirectos a través de rastros como huellas, excretas, madrigueras, residuos de alimento, letrinas, talladeros, entre otros (Aranda, 2000; Reid, 2010), a través de la realización de transectos en línea de aproximadamente 1000 m de longitud. En la siguiente tabla se presentan las coordenadas de ubicación.

**Tabla IV. 38. Coordenadas de ubicación de los transectos**

Coordenadas de inicio		Coordenadas finales	
X	Y	X	Y
367554.60	2284154.48	367768.26	2283940.64
367687.87	2282987.45	367455.74	2282952.24
367755.03	2282914.97	367726.95	2282655.05
367577.55	2282648.84	367361.11	2282731.71
367631.09	2282611.52	367313.12	2283034.66

Además se colocaron fototampas, la técnica de fototrampeo, es una herramienta confiable y no invasiva, ofrece ciertas ventajas en comparación con otros métodos como el trampeo directo y la telemetría, ya que estos últimos son más costosos, proporcionan un reducido número de registros, además de que alteran el comportamiento de los individuos (Monroy-Vilchis et al., 2011). Se utilizaron 6 fototampas, las cuáles se movieron en el Área del Proyecto, en promedio permanecieron dos noches activas por sitio. La ubicación de las fototampas se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla IV. 39. Coordenadas de ubicación de las fototampas**

Coordenadas		Coordenadas	
X	Y	X	Y
367517	2283646	367559	2283627
367421	2283642	367622	2283621
367472	2283637	367324	2283210
367584	2283949	367332	2283134
367584	2283949	367343	2283063
367511	2283978	367363	2283020
367418	2284017	367541	2283077
367527	2283634	367810	2283164



Se colocaron tres trampas tomahawk, las cuales fueron cebadas con sardina y naranja dulce. En total se utilizaron 6 noches trampa, 18 noches trampa totales. En estas trampas no se obtuvieron resultados positivos.

### *Mamíferos pequeños*

Para el muestreo de los mamíferos pequeños se colocaron trampas Sherman, en tres sitios. En cada sitio se utilizaron 60 estaciones de trampeo, colocando una trampa tipo Sherman (8x9x23 cm) por cada ubicación de trampeo, usando como cebo semillas de girasol (*Helianthus annuus*) y esencia de vainilla.



Fotografía IV.54. Vista de las trampas Sherman.

Las trampas permanecieron activas durante dos a tres noches consecutivas por cada sitio, en la siguiente tabla se indica las coordenadas de ubicación y el número de noches para cada sitio de muestreo.

**Tabla IV. 40. Coordenadas de ubicación de trampas Sherman**

Sitio	Coordenada inicial		Coordenada final	
	X	Y	X	Y
1	367181	2284140	367080	2283870
2	367527	2283634	367234	2283691
3	367276	2283026	367299	2283372



Fotografía IV.55. Vista de una de las seis fototrampas utilizadas

### *Murciélagos*

Para el caso de los quirópteros se utilizaron cinco redes de nylon de 12 m de longitud y con una altura aproximada de 2.5 m. Estas estuvieron abiertas de las 19:00 a las 22:00 horas, tiempo en el que los individuos estuvieron más activos. Para cada ejemplar se registró lo siguiente: especie, nombre común, sexo, condición reproductiva, estatus de conservación, con énfasis en las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Fotografía IV.56 Vista de las redes de niebla colocadas para la captura de murciélagos

En la siguiente tabla se presenta la ubicación de las redes de niebla utilizadas para la captura de los murciélagos.

**Tabla IV. 41. Coordenadas de ubicación de redes de niebla**

Coordenadas		Coordenadas	
X	Y	X	Y
367191	2283962	367673-	2283605
367201	2283972	367663	2283576
367220	2283978	367411	2283008
367238	2283984	367400	2283004
367260	2283990	367392	2283003
367647	2283607	367364	2283003
367655	2283606	367339	2283006
367669	2283603	--	--

Como resultado del trabajo de campo, se logró verificar la presencia de 24 especies incluidas en 17 familias y siete órdenes. El Orden mejor representado fue Chiroptera con siete especies, seguido de Carnívora y Rodentia con cinco especies cada uno (Cuadro 4). Las especies de mamíferos registrados en el presente estudio, representa el 23% (24/99) de los mamíferos terrestres del Estado de Yucatán. El orden de las especies y la nomenclatura del listado general de mamíferos están basados en Ramírez-Pulido et al., 2014.

**Tabla IV. 42. Especies de mamíferos registrados durante el trabajo de campo.**

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache
		<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache
Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero, brazo fuerte
Chiroptera	Mormoopidae	<i>Pteronotus parnellii</i>	Murciélago-bigotudo de Parnell
	Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Vampiro común
		<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago-lengüetón de Pallas
		<i>Mimon cozumelae</i>	Murciélago-lanza grande
		<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago-frutero de Jamaica
	<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago-frutero gigante	
Vespertilionidae	<i>Myotis keaysi</i>	Miotis pata peluda	
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla yucateca
	Geomyidae	<i>Orthogeomys hispidus</i>	Tuza
	Heteromyidae	<i>Heteromys gaumeri</i>	Ratón espinoso de abazones
	Erethizontidae	<i>Coendou mexicanus</i>	Puerco espín tropical
	Cricetidae	<i>Ototylomys phyllotis</i>	Rata arborícola de orejas grandes

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Carnivora	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote
	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris
	Mephitidae	<i>Spilogale angustifrons</i>	Zorrillo manchado
	Procyonidae	<i>Potos flavus</i>	Mico de noche, martucha
		<i>Nasua narica</i>	Coatí, tejón
Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Dicotyles crassus</i>	Pecari de collar
	Cervidae	<i>Mazama temama</i>	Temazate
		<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca



29.88 In → 74°F ○ 06-19-2016 20:12:26

Fotografía IV.57 *Didelphis virginiana* (tlacuache)



Camera Name0 29.85In→ 75°F ○

06-19-2016 19:03:30

**Fotografía IV.58 *Nasua narica* (Coatí, tejón)**



**Fotografía IV.59 *Sphiggurus mexicanus* (Puerco espín tropical)**



Fotografía IV.60 Cráneo y huesos de *Odocoileus virginianus* (Venado cola blanca)



Fotografía IV.61 *Ototylomys phyllotis*  
(Rata arborícola de orejas grandes)



Fotografía IV.62 *Heteromys gaumeri*  
(Ratón espinoso de abazones)



Fotografía IV.63 *Artibeus jamaicensis*  
Murciélago-frutero de Jamaica



Fotografía IV.64 *Artibeus lituratus*  
Murciélago-frutero gigante



Fotografía IV.65 *Desmodus rotundus* (Vampiro común)



Fotografía IV.66 *Myotis keaysi*  
(Miotis pata peluda)



Fotografía IV.67 *Glossophaga soricina*  
(Murciélago-lengüetón de Pallas)

Para roedores, con un esfuerzo de muestreo de 420 noches/trampa<sup>2</sup>, se logró capturar siete individuos de dos especies y dos familias de roedores (Familia Heteromyidae: *Heteromys gaumeri*; Familia Cricetidae: *Otodylomys phyllotis*). El número de especies registradas representa el 15% de pequeños roedores reportados para el Estado de Yucatán. Se cubrió una superficie de 2900 m<sup>2</sup> por sitio, haciendo un total de 8,700 m<sup>2</sup> para el área de estudio. Las densidades para cada especie se describen a continuación: *O. phyllotis* (cinco registros) presentó 5.74 ind/ha y *H. gaumeri* (dos registros) solo expresó 2.29 ind/ha.

Con respecto a los mamíferos medianos, como resultado de los transectos realizados, se obtuvieron las siguientes densidades.

Tabla IV. 43. Densidades relative de mamíferos medianos

Especie	Tipo de registro	No. de registros	Densidad relativa
<i>Leopardus pardalis</i>	Visual, huella	1	0.25
<i>Nasua narica</i>	Visual, craneo	3	0.75
<i>Mazama temama</i>	Excreta	1	0.25
<i>Orthogeomys hispidus</i>	Madriguera	3	0.75
<i>Coendou mexicanus</i>	Visual	1	0.25
<i>Sylvilagus floridanus</i>	Huella	1	0.25

<sup>2</sup> 420 noches / trampa es el resultado de la colocación de 60 trampas por siete días de noches activas



Para los murciélagos, con un esfuerzo de muestreo de 30 horas/red se logró capturar 23 individuos de siete especies incluidas en tres familias (Moormopidae: *Pteronotus parnelli*; Phyllostomidae: *Desmodus rotundus*, *Mimon cozumelae*, *Glossophaga soricina*, *Artibeus jamaicensis*, *A. lituratus*; Vespertilionidae: *Myotis keaysi*). La familia Phyllostomidae fue la mejor representada con cinco especies. La riqueza de especies de murciélagos registrados representa el 16% (7/43) de las reportadas para el Estado de Yucatán. La especie con mayor densidad relativa fue *D. rotundus* con 0.33 ind/hora/red, seguida por *M. keaysi* con 0.16 ind/hora/red.

Los registros fortuitos fuera del transecto, sin un método estandarizado o por fototrampas, no se calculó la densidad relativa pero fueron consideradas para la riqueza. Estas especies son: *Didelphis marsupialis* (visual), *Urocyon cinereoargenteus* (visual), *Spilogale angustifrons* (olor), *Potos flavus* (visual), *Odocoileus virginianus* (visual, cráneo), *Dicotyles crassus* (olor) y *Sciurus yucatanensis* (visual).

### BIODIVERSIDAD

Para determinar la diversidad de la fauna se utilizó como índice el de Riqueza específica (S), que es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. Su fórmula es,  $S = \text{número de especies}$ .

La comunidad de vertebrados terrestres registrada durante los trabajos de campo realizados, estuvo conformada por una riqueza específica (S) de 123 especies; lo que representa aproximadamente el 29.5% respecto al total de especies potenciales registradas para el SAR.

### ESPECIES DE FAUNA EN ESTATUS DE CONSERVACIÓN

Durante los trabajos de campo realizados, se registraron **26 especies en estatus de conservación** de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales 21 se encuentran en la categoría de protección especial, 4 amenazadas y dos en peligro de extinción. En la siguiente tabla se presenta el número de especies por grupo de vertebrados.

**Tabla IV. 44. Número de especies en estatus de conservación por categoría de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y grupo de vertebrados**

Grupo	Peligro de extinción	Amenazada	Protección especial	Total
Anfibios y reptiles	0	1	7	8
Aves	0	2	11	13
Mamíferos	2	1	2	5

Se registro una especie de anfibio y siete especies de reptiles en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales se enlistan en la siguiente tabla.

**Tabla IV. 45. Especies de anfibios y reptiles en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus de conservación
Anura	Hylidae	<i>Triprion petasatus</i>	Rana de árbol yucateca	Protección especial
Squamata	Colubridae	<i>Dipsas brevifacies</i>	Culebra caracolera	Protección especial
Squamata	Colubridae	<i>Imantodes tenuissimus</i>	Culebra cordelilla yucateca	Protección especial
Squamata	Corytophanidae	<i>Laemactus serratus</i>	Lemacto coronado	Protección especial
Squamata	Eublepharidae	<i>Coleonyx elegans</i>	Cuija yucateca	Protección especial
Squamata	Gekkonidae	<i>Thecadactylus rapicauda</i>	Geco cola de nabo	Protección especial
Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana espinosa rayada	Amenazada
Testudines	Emydidae	<i>Terrapene yucatanana</i>	Tortuga de caja yucatanana	Protección especial

A continuación se presentan las fotografías de las especies que fueron tomadas durante los trabajos de campo.



**Fotografía IV.68 *Triprion petasatus*  
(Rana de árbol yucateca)**



**Fotografía IV.69 *Dipsas brevifacies*  
(Culebra caracolera)**



Fotografía IV.70 *Imantodes tenuissimus*  
(Culebra cordelilla yucateca)



Fotografía IV.71 *Laemantus serratus*  
(Lemacto coronado)



Fotografía IV.72 *Coleonyx elegans*  
(Cuija yucateca)



Fotografía IV.73 *Thecadactylus rapicauda*  
(Geco cola de nabo)



Fotografía IV.74 *Ctenosaura similis* (Iguana espinosa rayada)

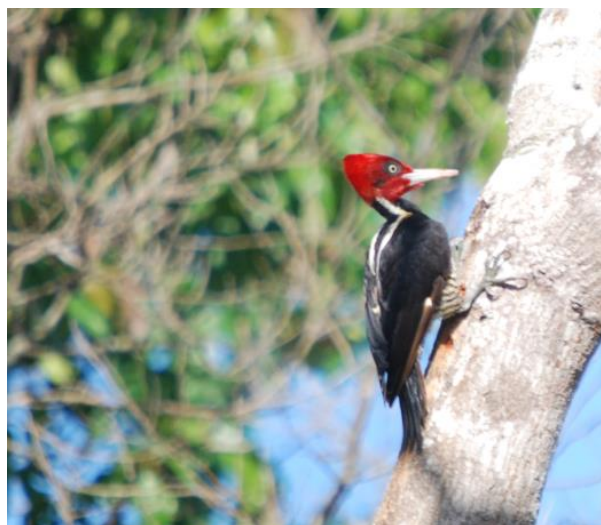


Fotografía IV.75 *Terrapene yucatanana* (Tortuga de caja yucatanana)

Las especies registradas en el predio listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 incluyendo endémicas; no son de distribución restringida y presentan amplios intervalos de distribución, razón por la cual la probabilidad de que se registren incluso en dos sitios diferentes de la Península de Yucatán es alta. En la siguiente tabla se enlistan las 13 aves que se encuentran en estatus de conservación y que fueron registradas durante los trabajos de campo.

**Tabla IV. 46. Especies de aves en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus de conservación
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	Tinamú canelo	Protección especial
Tinamiformes	Odontophoridae	<i>Dactylortyx thoracicus</i>	Codorniz silbadora	Protección especial
Tinamiformes	Phasianidae	<i>Meleagris ocellata</i>	Pavo ocelado	Amenazada
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Leptodon cayanensis</i>	Gavilán cabeza gris	Protección especial
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteogallus urubitinga</i>	Aguililla negra mayor	Protección especial
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio	Protección especial
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	Protección especial
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona xantholora</i>	Loro yucateco	Amenazada
Passeriformes	Furnariidae	<i>Dendrocicla anabatina</i>	Trepatroncos sepia	Protección especial
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Platyrinchus cancrominus</i>	Mosquero pico chato	Protección especial
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	Protección especial
Passeriformes	Poliopitidae	<i>Poliopitila plumbea</i>	Perlita tropical	Protección especial
Passeriformes	Mimidae	<i>Melanoptila glabrirostris</i>	Maulador negro	Protección especial
Passeriformes	Thraupidae	<i>Eucometis penicillata</i>	Tangara cabeza gris	Protección especial



**Fotografía IV.76 *Campephilus guatemalensis* (Carpintero pico plata)**



**Fotografía IV.77 *Amazona albifrons* (Loro frente blanca)**



Fotografía IV.78 *Melanoptila glabrirostris*  
(Maullador negro)



Fotografía IV.79 *Eucometis penicillata*  
(Tangara cabeza gris)



Fotografía IV.80 *Rupornis magnirostris* (Aguililla caminera)

Las especies de mamíferos en estatus de conservación se enlistan en la siguiente tabla.

**Tabla IV. 47. Especies de mamíferos en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus de conservación
Carnivora	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	Peligro de extinción
	Procyonidae	<i>Potos flavus</i>	Mico de noche, martucha	Protección especial
Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero, brazo fuerte	Peligro de extinción
Rodentia	Erethizontidae	<i>Coendou mexicanus</i>	Puerco espín tropical	Amenazada
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Mimon cozumelae</i>	Murciélago-lanza grande	Amenazada



Bushnell

073°F



06-18-2016 03:12:11



**Fotografía IV.81 *Leopardus pardalis* (Ocelote) fotografías tomadas en el Área del Proyecto mediante las fototampas instaladas**



**Fotografía IV. 82 *Potos flavus* (Mico de noche, martucha) fotografía tomada en el Área del Proyecto**

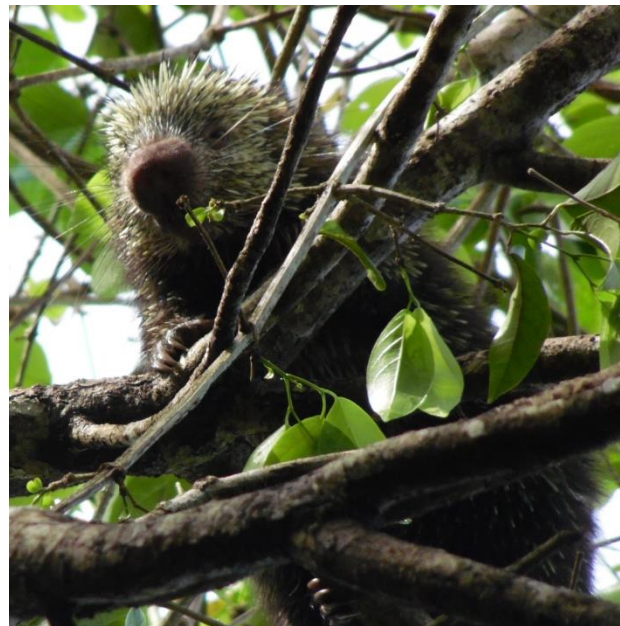




Camera Name0 29.84In→ 73°F ○

06-18-2016 21:03:25

**Fotografía IV.83 *Tamandua mexicana* (oso hormiguero, brazo fuerte) fotografía tomada en el Área del Proyecto con las fototrampas instaladas**



**Fotografía IV.84 *Coendou mexicanus* (Puerco espín tropical), fotografías tomadas en el Área del Proyecto**



Fotografía IV.85 *Mimon cozumelae* (Murciélago-lanza grande) fotografía tomada en el Área del Proyecto

#### IV.2.2.2.3. PAISAJE

El concepto de paisaje tiene varias maneras de concebirlo y también de abordar su análisis. De manera general, se puede afirmar que el estudio del paisaje puede enfocarse desde dos aproximaciones: el paisaje total y el paisaje visual. (Mártinez, V.J et al. 2003).

En la primera, en lo que concierne al paisaje total, el interés se centra en el estudio del paisaje como indicador o fuente de información sintética del territorio, en donde el paisaje es un conjunto de fenómenos naturales y culturales referidos a un territorio. Dicho conjunto posee una estructura ordenada no reductible a la suma de sus partes, sino que constituye un sistema de relaciones en el que los procesos se encadenan. En la segunda aproximación, referente al paisaje visual, la atención se dirige hacia lo que el observador es capaz de percibir en ese territorio, el paisaje como expresión espacial y visual del medio. Se contempla o analiza aquello que el hombre ve, que son los aspectos visibles de la realidad.

Para evaluar la calidad del paisaje, existe la dificultad de ser un componente básicamente subjetivo, pero destacan tres criterios básicos: **(i) la visibilidad, (ii) la calidad paisajística y (iii) la fragilidad visual**, los cuales se definen a continuación:

- La visibilidad: se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada.
- La calidad paisajística: incluye tres elementos de percepción: las características intrínsecas del sitio, la calidad visual del entorno inmediato y la calidad del fondo escénico.
- La fragilidad del paisaje: es la capacidad que tiene el paisaje, para absorber los cambios que se produzcan en él. La fragilidad está conceptualmente unida a los atributos anteriormente descritos. Los factores que la integran se pueden clasificar en biofísicos (suelos, estructura y diversidad de la vegetación, contraste cromático) y morfológicos (tamaño y forma de la cuenca visual, altura relativa, puntos y zonas singulares).

Además se consideraron otros dos criterios:

- Frecuencia de la presencia humana: No es lo mismo un paisaje prácticamente sin observadores que uno muy frecuentado, ya que la población afectada es superior en el segundo caso.
- Singularidades paisajísticas: Son elementos sobresalientes de carácter natural o artificial.

El paisaje del SAR se caracteriza por que predomina la selva mediana subcaducifolia con diferentes grados de conservación, así como por el desarrollo urbano y la construcción de importantes vías de comunicación. La evaluación de cada uno de los criterios enlistados para el SAR, se presenta en la siguiente tabla.

**Tabla IV. 48. Criterios de evaluación del Paisaje**

Criterios	Calificación	Sustento
Visibilidad	Baja	En el SAR predomina la selva mediana subcaducifolia con una altura promedio de los árboles por arriba de los 10 m lo que hace que la visibilidad sea baja. El Área del Proyecto se ubica en una zona de baja visibilidad por encontrarse en medio de un área con selva mediana subcaducifolia con vegetación secundaria arbórea.
Calidad paisajísticas	Media a Alta	La baja perturbación existente en el SAR hace que la calidad del paisaje sea muy alta, en algunas áreas en donde se han desarrollado las actividades agropecuarias, la calidad se evalúa como media.
Fragilidad	baja	Entendiéndose que la fragilidad del paisaje es la capacidad de absorber cambios, en el SAR la fragilidad es alta La selva mediana subcaducifolia con alturas de los árboles por arriba de los 10 m ha hace que la introducción de elementos artificiales no perturben las características generales del paisaje.
Frecuencia de la presencia humana	Baja	La frecuencia es baja debido a que se registran 159 localidades con 94,925 habitantes en una superficie de 144,201 has, por lo que la frecuencia de personas es baja.
Singularidades paisajísticas	Media	La amplia cobertura de la selva mediana subcaducifolia es una singularidad del paisaje, aunado a la presencia de pequeñas elevaciones naturales en el terreno.

#### IV.2.2.2.4. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO

##### DEMOGRAFÍA

El SAR abarca parcialmente la superficie de doce municipios: Calotmul, Chemax, Chichimilá, Cuncunul, Espita, Kaua, Tekom, Temozón, Tinum, Tixcacalcupul, Uayma y Valladolid. En la siguiente tabla se presenta una síntesis de las principales características de cada municipio. Se incluyo la clasificación de los municipios que realiza el INAFED según el tamaño de sus localidades, basándose en estudios del PNUD (2005) e INEGI; la cual comprende los siguientes rangos:

**Tabla IV. 49. Principales características de los municipios que abarca el SAR.**

Municipio	Principales características territoriales	Superficie incluida en el SAR
Calotmul	Registra una superficie de 290.49 Km <sup>2</sup> , representa el 0.73% de la superficie estatal y tiene una altura de 15 msnm. Colinda al norte con Tizimín, al sur con Temozón, al este con Tizimín y al Oeste con Espita. Se considera como un municipio semiurbano, cuenta con 22 localidades.	2 km <sup>2</sup>
Chemax	Ocupa una superficie de 1,348.34 Km <sup>2</sup> , representa el 3.51% de la superficie estatal y tiene una altura promedio de 26 msnm. Limita al norte con Temozon y Tizimín, al sur con Valladolid, al este con el Estado de Quintana Roo y al oeste con Valladolid. Se considera como un municipio semiurbano, cuenta con 103 localidades.	3 km <sup>2</sup>
Chichimilá	Tiene una superficie de 515.44 Km <sup>2</sup> representa el 1.18% de la superficie estatal, con una altitud promedio de 26 msnm. Limita al norte con Valladolid, al sur con el Estado de Quintana Roo, al este con Valladolid y al oeste con Tixcacalcupul y Tekom. Se considera como un municipio semiurbano, cuenta con 29 localidades.	94 km <sup>2</sup>
Cuncunul	Presenta una superficie de 315.52 Km <sup>2</sup> representa el 0.34% de la superficie estatal y tiene una altura promedio de 28 msnm. Se considera como un municipio rural, cuenta con 8 localidades.	120 km <sup>2</sup>
Espita	Ocupa una superficie de 735 Km <sup>2</sup> representa el 1.84% de la superficie estatal y tiene una altura promedio de 20 msnm. Se considera como un municipio semiurbano, cuenta con 26 localidades.	161 km <sup>2</sup>
Kaua	Registra una superficie de 137 Km <sup>2</sup> representa el 0.34% de la superficie estatal y tiene una altura promedio de 21 msnm. Se considera como un municipio rural, cuenta con 10 localidades.	65 km <sup>2</sup>
Tekom	Tiene una superficie de 273 Km <sup>2</sup> representa el 0.69 % de la superficie estatal, con una altura promedio de 27 msnm. Se considera como un municipio semiurbano, cuenta con 10 localidades.	67 km <sup>2</sup>
Temozón	Ocupa una superficie de 707 Km <sup>2</sup> representa el 1.77% de la superficie estatal y tiene una altura promedio de 30 msnm. Se considera como un municipio semiurbano, cuenta con 57 localidades.	102 km <sup>2</sup>
Tinum	Cuenta con 471 km <sup>2</sup> , que representan el 1.18% de la superficie estatal. Con una altitud promedio de 12 msnm. Se considera un municipio rural, registra 19 localidades.	120 km <sup>2</sup>
Tixcacalcupul	Tiene una superficie de 502 Km <sup>2</sup> representa el 1.26 % de la superficie estatal, con una altura promedio de 30 msnm. Se considera como un municipio semiurbano, cuenta con 17 localidades.	22 km <sup>2</sup>
Uayma	Registra una superficie de 188 Km <sup>2</sup> representa el 0.47% de la superficie estatal y tiene una altura promedio de 30 msnm. Se considera como un municipio semiurbano, cuenta con 4 localidades.	160 km <sup>2</sup>

Municipio	Principales características territoriales	Superficie incluida en el SAR
Valladolid	Con una superficie de 179 km <sup>2</sup> que representa el 2.7% de la superficie estatal, con una altura promedio de 30 msnm. Se le considera un municipio urbano medio.	526 km <sup>2</sup>

Fuente: <http://www.e-local.gob.mx>

Las categorías para clasificar a los municipios por parte del INAFED son los siguientes:

- Metropolitano: más del 50% de la población reside en localidades de más de un millón de habitantes.
- Urbano grande: más del 50% de la población reside en localidades entre 100 mil y menos de un millón de habitantes.
- Urbano medio: más del 50% de la población vive en localidades entre 15 mil y menos de 100 mil habitantes.
- Semiurbano: más del 50% de la población radica en localidades entre 2500 y menos de 15 mil habitantes.
- Rural: más del 50% de la población vive en localidades con menos de 2500 habitantes.
- Mixto: La población se distribuye en las categorías anteriores sin que sus localidades concentren un porcentaje de población mayor o igual al 50%.

En la siguiente figura se presenta la distribución de los municipios dentro del SAR.

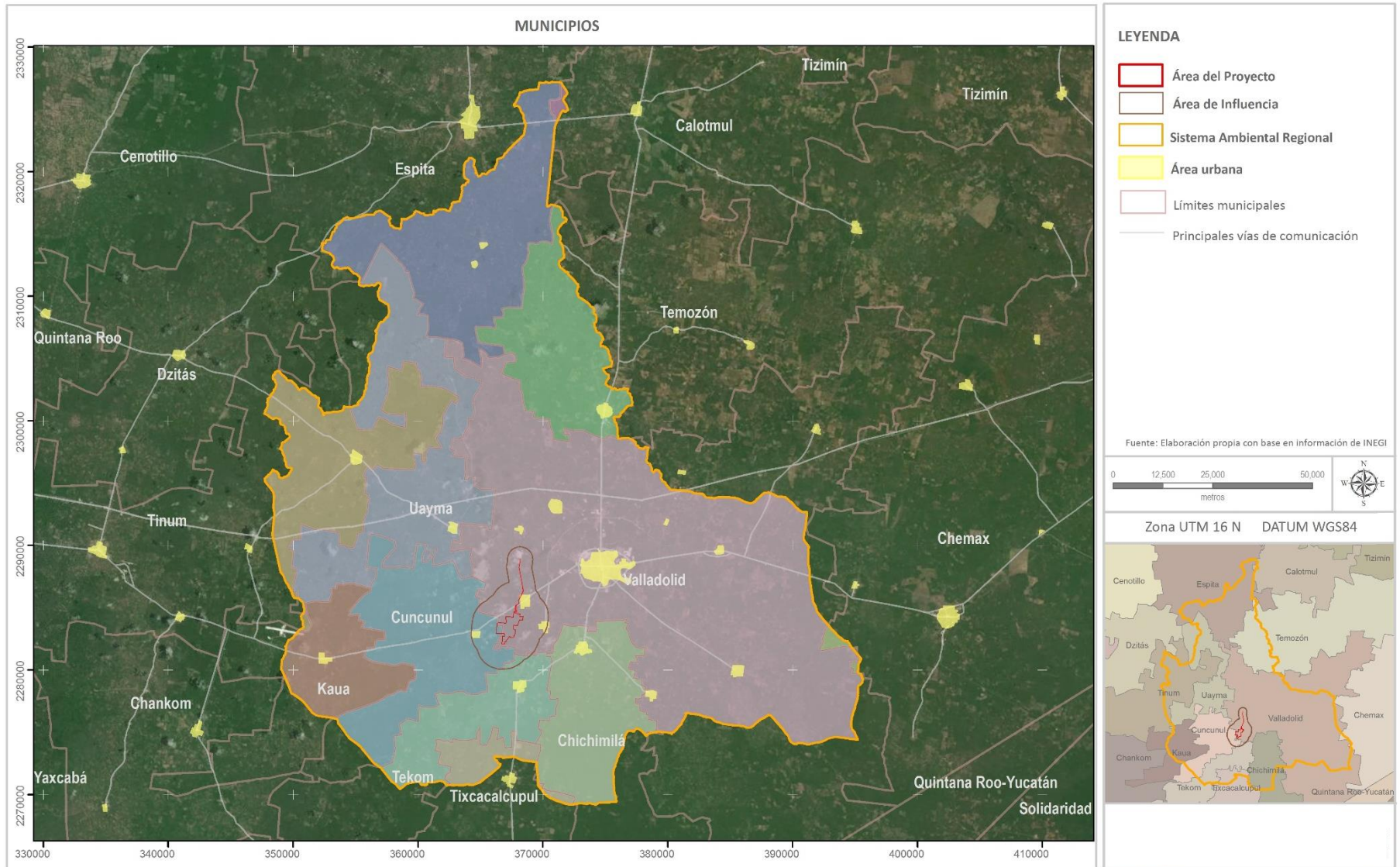


Figura IV. 29. Municipios que abarca el SAR

### CRECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN

La tasa de crecimiento ha sido positiva durante el periodo de 1990-2010 en los doce municipios, los que presentaron mayor crecimiento fueron los municipios de Chemax y Valladolid fueron como se puede observar en la siguiente figura.

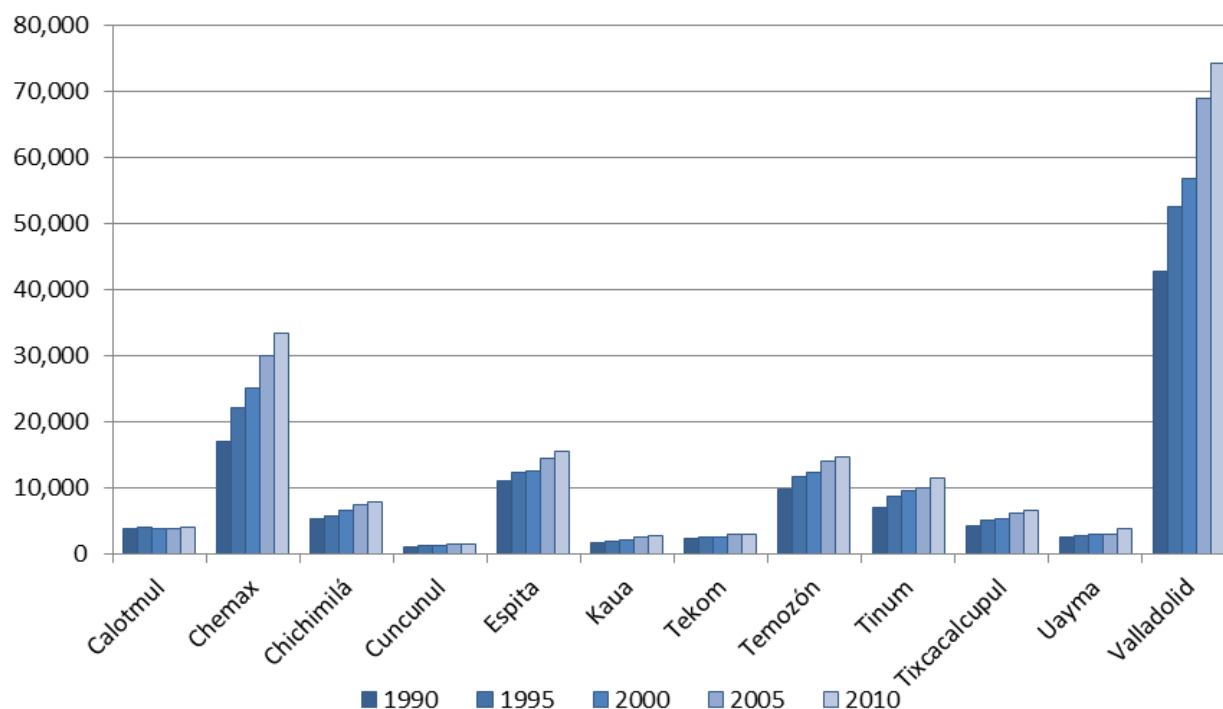


Figura IV. 30. Tasa de crecimiento en los municipios.

En la siguiente tabla se presentan los datos de población por municipio en el periodo de 1990-2010.

Tabla IV. 50. Población en los municipios que abarca el SAR.

Concepto	1990	1995	2000	2005	2010
Calotmul					
Hombres	1,938	2,062	1,997	1,957	2,080
Mujeres	1,882	1,929	1,919	1,882	2,015
Población total	3,820	3,991	3,916	3,839	4,095
Chemax					
Hombres	8,538	11,191	12,542	15,113	16,797
Mujeres	8,413	10,847	12,543	14,910	16,693
Población total	16,951	22,038	25,085	30,023	33,490
Chichimilá					
Hombres	2,681	2,919	3,243	3,700	3,982
Mujeres	2,699	2,915	3,318	3,739	3,970
Población total	5,380	5,834	6,561	7,439	7,952
Cuncunul					
Hombres	608	652	686	764	815
Mujeres	553	593	627	739	780

Concepto	1990	1995	2000	2005	2010
Población total	1,161	1,245	1,313	1,503	1,595
Espita					
Hombres	5,502	6,183	6,284	7,300	7,928
Mujeres	5,521	6,105	6,382	7,132	7,643
Población total	11,023	12,288	12,666	14,432	15,571
Kaua					
Hombres	821	978	1,157	1,318	1,419
Mujeres	848	953	1,091	1,238	1,342
Población total	1,669	1,931	2,248	2,556	2,761
Tekom					
Hombres	1,110	1,305	1,346	1,494	1,553
Mujeres	1,199	1,298	1,314	1,439	1,547
Población total	2,309	2,603	2,660	2,933	3,100
Temozón					
Hombres	5,028	5,953	6,182	7,105	7,494
Mujeres	4,821	5,706	6,092	6,903	7,307
Población total	9,849	11,659	12,274	14,008	14,801
Tinum					
Hombres	3,646	4,434	4,846	5,126	5,788
Mujeres	3,465	4,245	4,687	4,834	5,633
Población total	7,111	8,679	9,533	9,960	11,421
Tixcacalcupul					
Hombres	2,117	2,611	2,699	3,128	3,362
Mujeres	2,210	2,510	2,590	3,045	3,303
Población total	4,327	5,121	5,289	6,173	6,665
Uayma					
Hombres	1,326	1,470	1,560	1,560	1,944
Mujeres	1,182	1,334	1,416	1,437	1,838
Población total	2,508	2,804	2,976	2,997	3,782
Valladolid					
Hombres	20,958	26,038	27,954	34,031	36,624
Mujeres	21,759	26,458	28,822	34,832	37,593
Población total	42,717	52,496	56,776	68,863	74,217

Fuente: <http://www.e-local.gob.mx>

El SAR abarca 159 localidades, con 94,925 personas, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda del 2010, su distribución por municipio se enlistan en la siguiente tabla, cabe destacar que solo diez de los doce municipios que abarca el SAR registraron localidades.

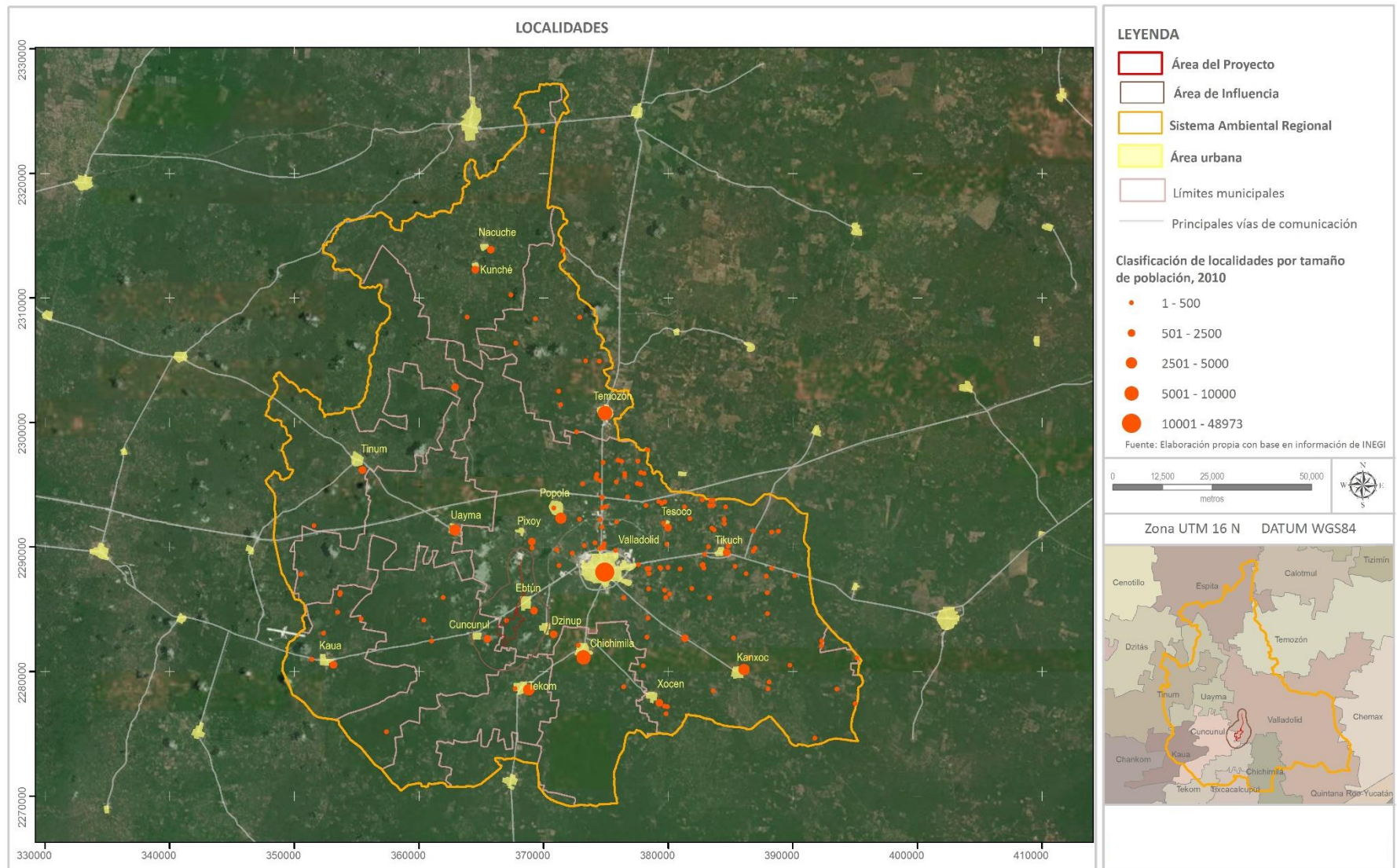


**Tabla IV. 51. Localidades ubicadas dentro del SAR por municipio**

Municipio	No. de localidades	Población total (2010)	Nombre de las principales localidades
Calotmul	0	0	--
Chemax	1	11	Blanca Flor (11)
Chichimilá	3	5,549	San José (4), San Vicente (17) y Chichimilá (5,528)
Cuncunul	5	1,484	Divino Niño (3), San Francisco (12), San Diego (47), Cuncunul (108) y San Francisco (1,314).
Espita	6	2,301	San Eduardo (1), Chocholá (7 ), San Pedro Chenchelá (281), Kunché (793), Nacuché (1,219).
Kaua	6	2,363	San Pedro (1), San Enrique (2), San Gabriel (2), Xtéhil (3), San Esteban (15) y Kaua (2,340).
Tekom	2	2,548	San Andrés (8) y Tekom (2,540)
Temozón	11	6,582	X-Kanahaltún (1), San Diego (1), Santa Rosa (1), Santa Cruz (2), San Martín (2), Tzimín Tunich (2), X'Copoil (3), Chelém (3), X-Eb (4), San Francisco (10) y Temozón (6,553).
Tinum	2	2,112	Kamaxchén (1) y Tinum (2,111)
Tixcacalcupul	0	0	--
Uayma	4	3,782	Chan Haymil (2), San Lorenzo (61), Santa María Aznar (593) y Uayma (3,126).
Valladolid	119	68,193	Valladolid (48,973), Popolá (4,176), Kanxoc (3,126), Xocén (2,407), Tixhualactún (1,576), Tesoco (1,362), Tikuch (1,336), Dzitnup (1,248), Pixoy (1,054), Ebtún (966), Yalcón (237), Fraccionamiento Residencial Campestre (192), Chan Yokdzonot (130), Yaxché (114), San Andrés X-Bac (112). En conjunto estas localidades representa el 98.26% de la población registrada en la porción del municipio de Valladolid que se encuentra dentro del SAR..Además existen otras 104 localidades que en conjunto suman 1,184 personas que representan el 1.73%
Total	159	94,925	--

Nota: los números entre paréntesis es la población reportada para esa localidad de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda, 2010.

En la siguiente figura se representa la distribución de las localidades por tamaño de población en el SAR.



Fuente: Elaboración propia con base en la información de INEGI, 2010. Censo de Población y Vivienda

**Figura IV. 31. Localidades en el SAR**

## POBLACIÓN INDÍGENA

De acuerdo al último censo de población y vivienda, en los 12 municipios que registran localidades al interior del SAR, durante el Censo de Población y Vivienda 2010, se contabilizaron 52,491 personas de más de tres años que hablan alguna lengua indígena, de los cuales 26,261 son hombres y 26,230 mujeres.

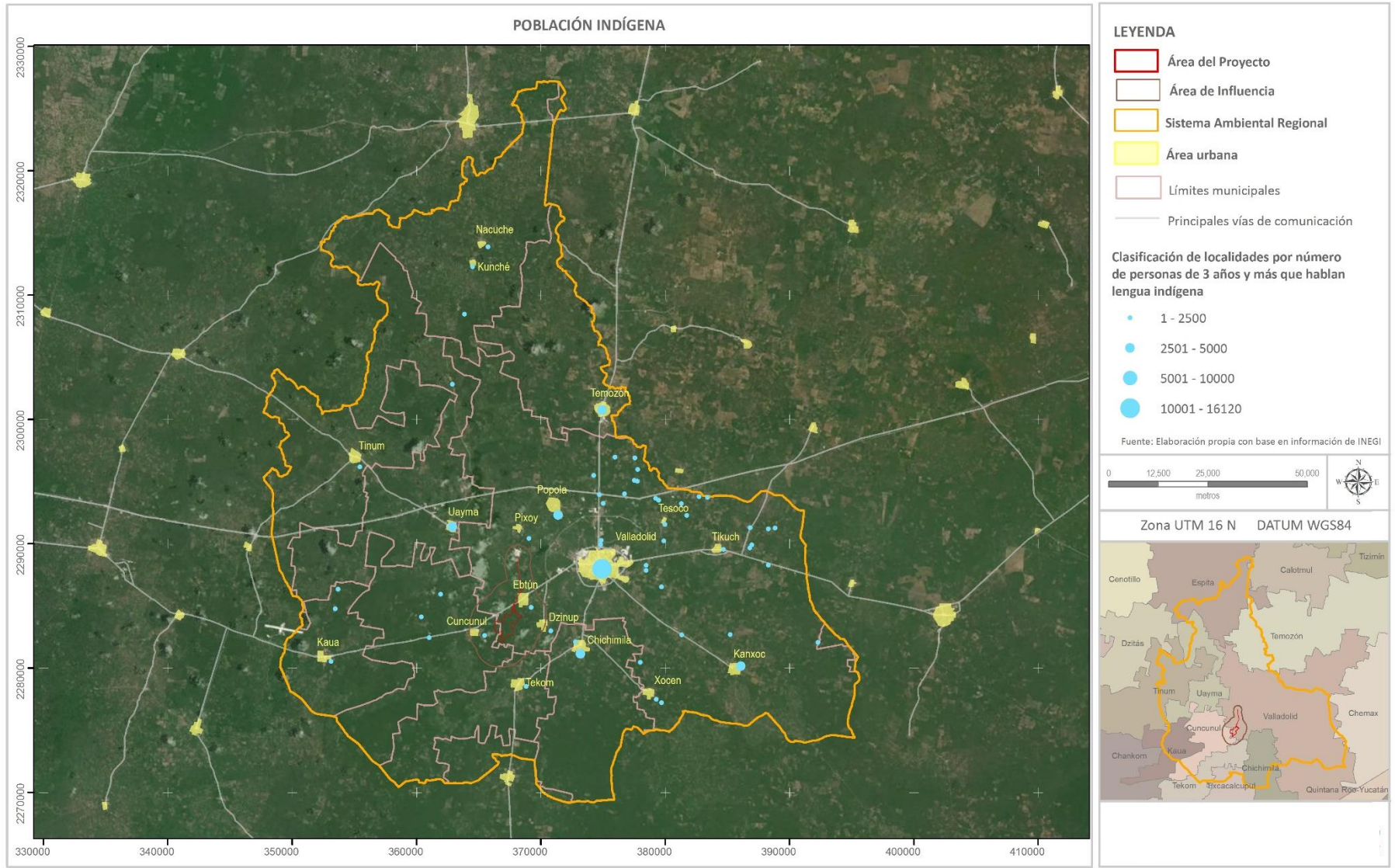
Los municipios con mayor número de población de 3 años que habla lengua indígena que se encuentran dentro de los límites del SAR, es Valladolid con 32,594 personas, la mayoría se registran en la cabecera municipal, Chchimilá con 4,498 personas, Temozón con 4,153 y Uaymá con 3,151 personas, en conjunto estos cuatro municipios representan el 85% del total de las personas que hablan lengua indígena. En la siguiente tabla se presentan los datos por municipio.

**Tabla IV. 52. Población de 3 años y más que habla lengua indígena que se ubica dentro del SAR por municipio**

Municipio	Población de más de 3 años que habla lengua indígena		
	Total	Hombres	Mujeres
Calotmul	0	0	0
Chemax	SD*	SD	SD
Chichimilá	4,498	2,243	2,255
Cuncunul	1,072	554	518
Espita	1,801	932	869
Kaua	1,734	909	825
Tekom	2,107	1,056	1,051
Temozón	4,153	2,116	2,037
Tinum	1,381	674	707
Tixcacalcupul	0	0	0
Uayma	3,151	1,630	1,521
Valladolid	32,594	16,147	16,447

Nota: \*SD: Sin datos

En el Área de Influencia se registraron 1,671 personas de tres años y más que hablen alguna lengua indígena de acuerdo al Censo de Población y Vivienda, 2010. En el Área del Proyecto no se registra ninguna población. En la siguiente figura se muestra la distribución de la población de tres años y más que hablan alguna lengua indígena.



Fuente: Elaboración propia con base en la información de INEGI, 2010. Censo de Población y Vivienda

**Figura IV. 32. Localidades con población de 3 años y más que hablan lengua indígena**

#### IV.2.2.2.5. ACTIVIDADES ECONÓMICAS

##### POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA, INACTIVA, OCUPADA Y DESOCUPADA

De acuerdo con el INEGI, la Población Económicamente Activa (PEA) se refiere a todas las personas en edad de trabajar, o bien que contaban con una ocupación durante el periodo de referencia o no contaban con una, pero estaban buscando emplearse con acciones específicas. Al primer grupo se les denomina ocupados y el segundo corresponde a los abiertamente desempleados.

En la siguiente tabla se presentan los datos de la población económicamente activa, ocupada, desocupada por municipio.

**Tabla IV. 53. Población económicamente activa, inactiva, ocupada y desocupada, 2010.**

Municipio	Población			
	Económicamente Inactiva	Económicamente activa	Ocupada	Desocupada
Calotmul	0	0	0	0
Chemax	SD*	SD	SD	SD
Chichmilá	2,135	1,852	1,757	95
Cuncunul	552	578	567	11
Espita	864	670	664	6
Kaua	923	763	747	16
Tekom	1,082	748	719	29
Temozón	2,375	2,488	2,363	125
Tinum	941	741	735	6
Tixcacalcupul	0	0	0	0
Uayma	1,481	1,231	1,185	46
Valladolid	24,485	26,228	25,450	778

Nota: \*SD: Sin datos

De acuerdo con el plano de usos del suelo y vegetación de INEGI, serie V, en el SAR se registran 6,683 ha dedicadas a las actividades agrícolas y 18,895 ha con pastizales que representan el 4.63% y 13.10% respectivamente de la superficie total del SAR. En el Área del Proyecto existen parcelas donde se desarrolla la agricultura de temporal principalmente maíz, la superficie que ocupan es de 12.95 ha.

Cabe destacar que también es importante la actividad apícola, en el municipio de Valladolid en el 2002 hubo una producción de 408 toneladas. (SIACON, 2002) La mayor parte de la producción de miel está constituida por néctar proveniente de dos floraciones, la conocida como miel de Tahonal (*Viguiera dentata*) y la de Dzidzilché (*Gymnopodium floribundum*). (vicario, E et al. 1999. Las abejas *Apis mellifera* tienen una distancia de forrajeo de 670 a 1430 m cuando están en pequeñas colonias. (H.F. Abou-Shaara, 2014). En el Área del Proyecto se registró un apiario de aproximadamente 20 colmenas.



Fotografía IV.86 Milpa reciente de aproximadamente 2 ha. Coordenadas: X=366606, Y=2283195



Fotografía IV.87 Apiario en funcionamiento de un pequeño productor (20 cajas aprox.) Coordenadas: X=366834, Y=2283657

#### IV.2.2.2.6. FACTORES SOCIOCULTURALES

##### *USO QUE SE DAN A LOS RECURSOS NATURALES*

En el SAR los recursos naturales son utilizados principalmente para el aprovechamiento forestal, prueba de esto es que aproximadamente el 80% de su superficie está ocupada por la selva mediana subcaducifolia. Las actividades agropecuarias se presentan de forma limitada. Existe el aprovechamiento de los cenotes como atractivos turísticos principalmente en el Municipio de Valladolid.

En el Área de Influencia del Proyecto existen algunas parcelas agrícolas dedicadas principalmente al cultivo de maíz, también se observó la actividad apícola, se registraron aproximadamente 20 colmenas. En el Área del Proyecto no se registra actividad agropecuaria ni apícola.

## PATRIMONIO HISTÓRICO

En la siguiente tabla se presenta la síntesis del patrimonio histórico y arqueológico de los municipios que abarcan el SAR, cabe destacar que el Proyecto no afectará de ninguna forma al patrimonio histórico y arqueológico.

**Tabla IV. 54. Principal patrimonio histórico por municipio**

Municipio	Descripción del patrimonio
Calotmul	Templo de la Inmaculada Concepción, que data del siglo XVII.
Chemax	Las iglesias de San Antonio de Padua, La Purísima Concepción y San Pedro (siglos XVI y XVII), el Palacio Municipal (siglo XIX). También se cuenta con monumentos arqueológicos como: Xalau, Tamba, Bolmay, Petul, Sotpol, Xuyap, Poxil, Xcoom, Palaban, Xmaos y Xcan.
Chichimilá	Exconvento de la Asunción, construido en el siglo XVI.
Cuncunul	Un templo en honor a San Juan Bautista en la cabecera, que fue construido en el siglo XVIII. También se cuentan con monumentos arqueológicos como: Tomdzimín, Tzeleal, Tzacahuil, Bacché y Cibbá.
Espita	El templo de San José, construido en el siglo XVIII; el ex convento franciscano de principio de siglo XVI, el Palacio Municipal además de la zona arqueológica denominada Pom.
Kaua	Las criptas de Kaua que fueron descubiertas en 1980.
Tekom	Las iglesias de San Pedro Apóstol y San Francisco, construidas en la época Colonial. (siglo XVII).
Temozón	El templo de San Román, construido durante la época colonial (probablemente en el siglo XVIII) el templo de San Antonio de Padua y el Palacio municipal. La zona arqueológica de Ek-Balám.
Tinum	La iglesia de San Antonio de Padua y la capilla de Jesús, ambas construidas en la época colonial; el templo de la Concepción. Tiene zonas arqueológicas importantes como: Chichén Itzá, San Juan Holtún, Tikincab, San Francisco Semé, Joya de Erik Thompson, Canahum, Halacal, Xnabá, Dzibiac, Bacancú, La Venta y Pisté.
Tixcacalcupul	Arqueológicos: Los vestigios de la zona arqueológica de Xai Bei. Históricos: Estatua de Juan Cupul en el centro del parque principal.
Uayma	El ex Convento y Templo de Santo Domingo, construido en el siglo XVII y que fuera incendiado a mediados del siglo XIX por los indígenas sublevados durante la llamada "Guerra de Castas" conserva aún toda su belleza y puede admirarse en la cabecera.
Valladolid	El templo de San Juan de Dios, templo de la Candelaria, templo de Santa Lucía, templo de Santa Ana, Catedral de San Gervasio siglo XV, capilla de San Andrés, capilla de San Antonio de Padua, Excasa Cural y Palacio Municipal. Destacan por su originalidad el Convento de San Bernardino; el Templo de San Roque y la Catedral, todos del siglo XVI. El municipio de Valladolid cuenta con veinticinco sitios arqueológicos, sobresaliendo Kumal, Xkuxil, Xkakuil, Dzoyolá y Xkax.

Fuente: <http://www.e-local.gob.mx>

De acuerdo al Atlas arqueológico del estado de Yucatán, los principales asentamientos reportados en las inmediaciones del Área del Proyecto son: Ebtún (3km al noreste), X-Nokak (5km al sur) y Chichimilá (6km al sureste), es decir que el Proyecto se ubica en un área alejada de estos asentamientos, esto implica que es una densidad con menor densidad de ocupación y es probable que los vestigios que pudieran encontrarse fueron de elementos menores, con una distribución dispersa y con una ocupación temporal.

## ÍNDICE DE MARGINACIÓN

La marginación social se define como aquella situación, que tiene una población humana que ha quedado al margen de los servicios que en general, tiene la sociedad, dichos servicios son básicos como la disponibilidad del agua en la vivienda, el acceso al drenaje de las aguas servidas y la disponibilidad de energía eléctrica. Para el desarrollo adecuado de las personas son relevantes los servicios educativos, que proporcionan la escolaridad que al no darse con suficiente cobertura, propician el analfabetismo, uno de los principales indicadores de marginación social; resultan también importantes, los ingresos económicos y otros aspectos dados por la dispersión de los asentamientos humanos, lo cual dificulta el establecer las obras de infraestructura básica para las localidades (CONAPO, 1995).

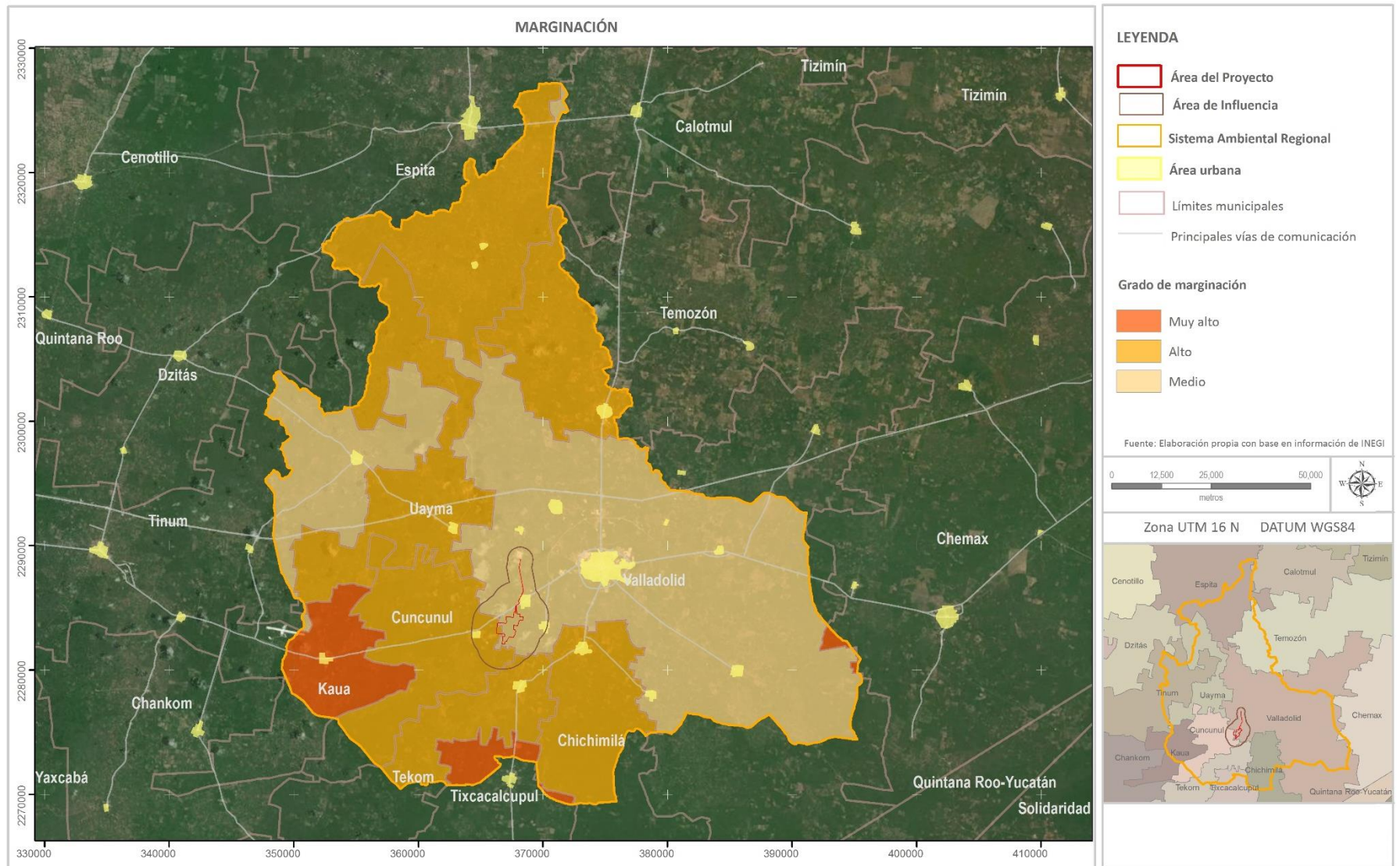
El índice de marginación es una medida-resumen, que permite diferenciar municipios y localidades según el impacto global de las carencias que padece la población y mide su intensidad espacial como porcentaje de la población que no participa del disfrute de bienes y servicios esenciales, para el desarrollo de sus capacidades básicas. La construcción del índice por municipio considera cuatro dimensiones estructurales de la marginación: (i) falta de acceso a la educación, (ii) residencia en viviendas inadecuadas, (iii) percepción de ingresos monetarios insuficientes y (iv) residir en localidades pequeñas; e identifica nueve formas de exclusión.

De acuerdo a la Consejo Nacional de Población (CONAPO) en el 2010, de los doce municipios que integran el SAR, dos tienen marginación muy alta: Chemax y Tixcacalcupul; siete tienen marginación alta: Chichimilá, Cuncunul, Espita, Kaua, Tekom, Temozón y Uaymá; tres tienen marginación media: Calotmul, Tinum y Valladolid. En la siguiente tabla se presentan los valores de cada uno de los parámetros que se utilizan para la construcción del índice de marginación, cabe destacar que en donde se presentan mayores rezagos es en el nivel de ingreso, educación y vivienda.



**Tabla IV. 55. Índice de marginación 2010 y los indicadores socioeconómicos utilizados a nivel municipal**

Concepto	Calotmul	Chemax	Chichimilá	Cuncunul	Espita	Kaua	Tekom	Temozón	Tinum	Tixcacalcupul	Uaymá	Valladolid
Grado de marginación	Medio	Muy alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio	Muy alto	Alto	Medio
Población total (número de personas) en el 2010	4 095	33 490	7 952	1 595	15 571	2 761	3 100	14 801	11 421	6 665	3 782	74 217
Población analfabeta de 15 años o más (%)	15.69	28.10	22.20	21.81	18.83	18.15	22.98	20.82	14.62	23.11	22.19	14.56
Población sin primaria completa de 15 años o más (%)	43.73	51.77	40.80	40.80	45.89	43.87	43.38	43.79	36.20	44.30	46.18	29.66
Ocupantes en viviendas sin drenaje ni servicio sanitario (%)	11.78	57.68	33.84	19.65	32.32	49.08	12.29	15.44	28.06	41.20	21.78	21.70
Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica (%)	2.53	7.98	8.82	3.64	6.75	6.69	3.26	4.00	3.12	8.50	3.37	4.14
Ocupantes en viviendas sin agua entubada (%)	0.69	2.37	2.24	1.13	0.77	0.91	0.74	1.41	1.54	0.78	0.05	2.18
Viviendas con algún nivel de hacinamiento (%)	53.51	71.93	69.31	61.52	65.18	64.94	64.64	65.06	60.05	68.68	66.19	56.24
Ocupantes en viviendas con piso de tierra (%)	3.01	4.44	5.77	6.21	11.12	6.49	5.26	6.89	9.24	4.57	7.27	8.41
Población en localidades con menos de 5000 habitantes (%)	100.00	40.05	30.48	100.00	25.82	100.00	100.00	55.73	51.60	100.00	100.00	34.01
Población ocupada con ingreso de hasta 2 salarios mínimos (%)	79.76	70.25	74.03	70.10	79.13	76.83	79.07	79.57	72.56	79.28	75.32	52.46



Fuente: Elaboración propia con base en la información de CONAPO, 2010. Índices de Marginación

**Figura IV. 33. Marginación de los municipios que integran al SAR**

### IV.3. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Para el diagnóstico del SAR se utilizaron los indicadores por componente ambiental. De acuerdo con la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), un indicador ambiental es un parámetro o valor derivado de parámetros que proporciona información para describir el estado de un fenómeno, ambiente o área con un significado que va más allá del directamente asociado con el valor del parámetro en sí mismo (SEMARNAT, 2005, Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México).

La definición formal de indicador es: “Relativo a indicar. Dar a entender o significar una cosa con indicios o señales. Señalar, advertir, manifestar, apuntar, mostrar”. En otras palabras la información clave que usamos para conocer algo de forma frecuentemente, tomar una decisión, es un indicador. Los indicadores de impacto deben cumplir, al menos, los siguientes requisitos:

- Relevantes: La información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto
- Fiables: Representativos del impacto que se quiere medir
- Exclusivos: Es decir que en su valor intervenga principalmente el impacto a medir y no otros factores
- Realizables: Identificables y cuantificables (aunque el hecho de cuantificarlo todo no debe obsesionarnos, puesto que siempre se puede acudir a categoría semicuantitativas o a medidas cualitativas).

Por lo antes mencionado, se elaborarán una lista de indicadores ambientales del estado del SAR, la cual se muestra en la siguiente tabla en la que se hace una descripción del estado actual de cada uno de los componentes ambientales para el medio físico, biótico y socioeconómico.

**Tabla IV. 56. Diagnóstico integral del SAR**

Componente ambiental	Indicador	Estado actual
<b>Sistema abiótico</b>		
Clima	Modificación del microclima	En el SAR se ha disminuido la cobertura vegetal para el desarrollo de las actividades agropecuarias en estas áreas desmontadas, se ha modificado el microclima debido al incremento de la temperatura por mayor insolación.
Atmósfera	Fuentes de contaminación atmosférica	No existen datos sobre la calidad del aire de la región, sin embargo se puede suponer que no existen problemas de contaminación atmosférica, debido a que las fuentes de emisión son prácticamente nulas, ya que no existen desarrollos industriales que puedan generar contaminantes; la ausencia de barreras físicas (macizos o cadenas montañosas) que dificulten su dispersión; y a que los vientos que soplan todo el año no permiten la acumulación de contaminantes.  Los incendios forestales son las principales fuentes de emisión de contaminantes. La temporada de incendios, fuertemente vinculada con la de sequía, se establece a partir de enero, llegando a su máximo en abril y mayo.
	Emisiones de gases de efecto invernadero	El SAR y el Área del Proyecto, actúan como sumidero debido a que mantiene en la mayor parte de la superficie cobertura vegetal, constituida por la selva mediana subcaducifolia con vegetación secundaria arbórea.
	Radiación solar	El SAR se encuentra dentro del cinturón solar y de acuerdo a los estudios de factibilidad del proyecto, la radiación promedio de 56.492 Kwh por m <sup>2</sup> al día, por lo que el área es ideal para la producción de energía fotovoltaica.
Ruido	Fuentes de emisión de ruido	Las emisiones de ruido en las zonas rurales se deben principalmente al tránsito de vehículos sobre las principales carreteras y caminos del SAR, particularmente en el Área del Proyecto, el ruido proviene del tránsito de los vehículos sobre la carretera No. 180 Mérida-Valladolid.
Relieve	Superficie con cortes, excavaciones o rellenos	El SAR se localiza al oriente de la Península de Yucatán, constituida por roca caliza de origen sedimentario marino que conforma una superficie predominantemente plana, pero existen micro relieves de origen cárstico, hondonadas y algunas elevaciones  En el SAR las modificaciones al relieve se deben principalmente por la explotación de banco de materiales. En el Área del Proyecto no se observaron modificaciones al relieve.

Componente ambiental	Indicador	Estado actual
Hidrología superficial	No. de arroyos o cuerpos de agua	<p>La elevada precipitación pluvial, aunada a la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica, favorece la renovación del agua subterránea, por lo que prácticamente todo el SAR funciona como zona de recarga propiciando que los escurrimientos superficiales sean prácticamente escasos o de muy corto recorrido.</p> <p>En el SAR solo se registran 3 has ocupadas por cuerpos de agua, en el Área de Influencia y Área del Proyecto no se registraron cuerpos de agua superficiales.</p>
Hidrología subterránea	Grado de explotación del acuífero	El SAR se encuentra en la Unidad Regional denominada “Acuífero Península de Yucatán” el cual tiene un volumen disponible de 5,759,221,028 m <sup>3</sup> anuales para nuevas concesiones por lo que no está sobreexplotado.
	Fuentes de contaminación	Las principales fuentes de contaminación provienen de las descargas de aguas residuales de las localidades así como el uso de agroquímicos.
Suelos	Superficie con problemas de erosión y/o contaminación	<p>En el SAR se identificaron cuatro tipos de suelo de acuerdo a la clasificación de INEGI: Leptosol, Luvisol, Litosol y Cambisol. En el Área del Proyecto predomina el suelo Leptosol.</p> <p>En el SAR se registra erosión hídrica laminar ligera, hacia el sureste en los municipios de Dzinup, Chichimilá, Kanxoc y Xocen. Por otra parte, de acuerdo con el Estudio de Degradación del Suelo elaborado por la SEMARNAT en el 2009 en todo el SAR, existe degradación química ligera por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de la materia orgánica debido a las actividades agrícolas.</p>
<b>Sistema biótico</b>		
Vegetación	Superficie desmontada	<p>De acuerdo al plano de usos del suelo y vegetación de INEGI Serie V, en el SAR predomina la selva mediana subcaducifolia abarca aproximadamente el 80% (115,377 has), las actividades agropecuarias ocupan el 17.74% (25,578 has), los asentamientos humanos y zonas desprovistas de vegetación en conjunto registran el 2.25% (3,245 has). Los cuerpos de agua ocupan únicamente 3 has.</p> <p>Derivado de la clasificación de la imagen de satélite, se observa que en el Área de Influencia se observa que aproximadamente el 82% de la superficie está ocupada por la selva mediana subcaducifolia en diferentes estados de conservación, el 12% es la superficie dedicada a actividades agropecuarias y el 6% son áreas de asentamientos, urbanos, infraestructura vial y eléctrica.</p>

Componente ambiental	Indicador	Estado actual
		En el Área del Proyecto predominan la selva mediana subcaducifolia que ocupa 241.20 ha que representa en el 94%, seguida por la agricultura con 12.95 ha y las zonas artificiales ocupan el 1.25 ha
Vegetación	Fragmentación	En el SAR y Área de Influencia la fragmentación de la selva se ha dado principalmente por el desarrollo de las actividades agropecuarias, el crecimiento de las zonas urbanas, y la construcción de infraestructura vial y eléctrica. En el Área del Proyecto la fragmentación registrada se debe a algunas parcelas agrícolas presentes.
	Riqueza de especies	Se registraron 188 especies, 162 géneros pertenecientes a 52 familias botánicas. La familia con mayor riqueza de especies fue Fabaceae con 32 especies, seguida de Rubiaceae con 14 especies, Sapindaceae y Euphorbiaceae con 10 especies respectivamente, Malvaceae y Polygonaceae con 8 especies.
Especies vegetales en estatus de conservación	Presencia/ausencia	Existen cuatro especies en estatus de conservación, dos protección especial: <i>Astronium graveolens</i> y <i>Zamia lodigessii</i> dos en categoría de amenazadas: <i>Vanilla planifolia</i> y <i>Cedrela odorata</i> .
Fauna	Calidad del hábitat	El SAR presenta una buena calidad del hábitat debido para la fauna, ya que la mayor parte de su superficie ha mantenido la selva mediana subcaducifolia.
	Riqueza de especies	De acuerdo a la revisión bibliográfica realizada, potencialmente en el SAR se registran 416 especies, distribuidas en 35 órdenes y 105 familias. Del total de especies potenciales, 17 son anfibios, 64 reptiles, 274 aves y 61 mamíferos.  En el Área del Proyecto se registraron un total de 123 especies de vertebrados terrestres pertenecientes a 58 familias y 22 órdenes. El grupo más representativo fue el de las aves con 78 especies registradas en campo, seguido de los mamíferos con 24 especies, luego los reptiles con 17 especies y finalmente los anfibios con 4.

Componente ambiental	Indicador	Estado actual
Especies de fauna en estatus de conservación	Presencia/ausencia	<p>Durante los trabajos de campo realizados, se registraron 26 especies en estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales 21 se encuentran en la categoría de protección especial, 4 amenazadas y dos en peligro de extinción. Del total de especies en estatus ocho son anfibios y reptiles, trece son aves y cinco mamíferos.</p> <p>Anfibios y reptiles: <i>Triprion petasatus</i> (rana de árbol yucateca), <i>Dipsas brevifacies</i> (culebra caracolera), <i>Imantodes tenuissimus</i> (culebra cordelilla yucateca), <i>Laemanctus serratus</i> (lemacto coronado), <i>Coleonyx elegans</i> (cuija yucateca), <i>Thecadactylus rapicauda</i> (geco cola de nabo), <i>Ctenosaura similis</i> (Iguana espinosa rayada) y <i>Terrapene yucatana</i> (tortuga de caja yucataná).</p> <p>Aves: <i>Crypturellus cinnamomeus</i> (tinamú canelo), <i>Dactylortyx thoracicus</i> (codorniz silbadora), <i>Meleagris ocellata</i> (pavo ocelado), <i>Leptodon cayanensis</i> (gavilán cabeza gris), <i>Buteogallus urubitinga</i> (aguililla negra mayor), <i>Eupsittula nana</i> (perico pecho sucio), <i>Amazona albifrons</i> (loro frente blanca), <i>Amazona xantholora</i> (loro yucateco), <i>Dendrocincla anabatina</i> (trepatroncos sepia), <i>Platyrinchus cancrinus</i> (mosquero pico chato), <i>Vireo pallens</i> (Vireo manglero), <i>Poliophtila plumbea</i> (perlita tropical), <i>Melanoptila glabrirostris</i> (maullador negro) y <i>Eucometis penicillata</i> (tangara cabeza gris).</p> <p>Mamíferos: <i>Leopardus pardalis</i> (ocelote), <i>Potos flavus</i> (Mico de noche, martucha), <i>Tamandua mexicana</i> (oso hormiguero, brazo fuerte), <i>Sphiggurus mexicanus</i> (puerco espín tropical), y <i>Mimon cozumelae</i> (murciélago-lanza grande).</p>
<b>Sistema socioeconómico</b>		
Paisaje	Calidad	En términos generales la calidad del paisaje es buena debido a que la selva mediana subcaducifolia cubre la mayor parte del SAR existe un bajo desarrollo urbano y es limitada la actividad agropecuaria.
Demografía	Tasa de crecimiento	<p>El SAR abarca parcialmente la superficie de doce municipios: Calotmul, Chemax, Chichimilá, Cuncunul, Espita, Kaua, Tekom, Temozón, Tinum, Tixcacalcupul, Uayma y Valladolid. La Totalidad del Área del Proyecto se ubica en el municipio de Valladolid.</p> <p>La tasa de crecimiento ha sido positiva durante el periodo de 1990-2010 en los doce municipios, los que presentaron mayor crecimiento fueron los municipios de Chemax y Valladolid.</p>

Componente ambiental	Indicador	Estado actual
Calidad de vida de la población	Índice de Marginación	De acuerdo a la Consejo Nacional de Población (CONAPO) en el 2010, de los doce municipios que integran el SAR, dos tienen marginación muy alta: Chemax y Tixcacalcupul; siete tienen marginación alta: Chichimilá, Cuncunul, Espita, Kaua, Tekom, Temozón y Uaymá; tres tienen marginación media: Calotmul, Tinum y Valladolid. Los mayores rezagos se presentan en el nivel de ingreso, educación y vivienda.
Actividades productivas	Superficie dedicada a actividades agropecuarias	Aproximadamente 25,578 ha que representan el 17.74% de la superficie total del SAR está dedicada a las actividades agropecuarias. La agricultura que se realiza es de temporal y ocupa 6,683 has mientras que los pastizales abarcan 18,895 ha.  En el Área del Proyecto se realizan actividades agropecuarias y se observó la presencia de colmenas para la producción de miel.
Factores socioculturales	Presencia o ausencia de sitios con valor cultural o histórico	En el Estado de Yucatán incluyendo el SAR existe un gran número de vestigios arqueológicos registrados por el Centro INAH Yucatán. De acuerdo al Atlas arqueológico del estado de Yucatán, los principales asentamientos reportados en las inmediaciones del Área del Proyecto son: Ebtún (3km al noreste), X-Nokak (5km al sur) y Chichimilá (6km al sureste)  El Proyecto se ubica en un área alejada de estos asentamientos, esto implica que es una densidad con menor densidad de ocupación y es probable que los vestigios que pudieran encontrarse fueron de elementos menores, con una distribución dispersa y con una ocupación temporal.
Infraestructura	Vial	La principal vía de acceso es la carretera federal No. 180 Mérida-Valladolid, de esta carretera existen tres carreteras estatales una que va a la localidad de Dzlás, otra a Chankom, también existe la carretera federal libre que pasa por Tekom y que llega a Felipe Carrillo Puerto.
	Eléctrica	En el SAR existen dos no existen operando parques solares fotovoltaicos a pesar de ser un área con alta radiación solar.  Actualmente en el SAR no existen operando parques solares fotovoltaicos a pesar de ser un área con alta radiación solar. La generación eléctrica la realizan dos centrales de ciclo combinado Felipe Carrillo Puerto y Valladolid III ubicadas en el municipio de Valladolid.



# HOQCAPÍTULO V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

## CONTENIDO

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL .....	1
V.1. Descripción de la metodología aplicada.....	2
V.2. Identificación de las interacciones .....	3
V.2.1. Identificación de las actividades del proyecto .....	4
V.2.2. Identificación de los componentes ambientales .....	6
V.2.2. Construcción de la matriz de interacciones.....	7
V.2.3. Descripción de las interacciones identificadas.....	11
V.2.4. Criterios para la Evaluación de los impactos ambientales.....	18
V.2.5. Evaluación de los impactos ambientales .....	21
V.3. Caracterización de los impactos.....	26
V.3.1 Modificación del microclima .....	26
V.3.2. Contribución al cambio climático .....	26
V.3.3. Modificación de la calidad del aire.....	27
V.3.4. Modificación de la calidad acústica.....	28
V.3.5. Modificación de la topografía .....	28
V.3.6. Modificación de las características fisicoquímicas del suelo .....	28
V.3.7. Modificación del patrón de drenaje.....	29
V.3.8. Modificación de las características fisicoquímicas del agua superficial.....	30
V.3.9. Disminución de la superficie de recarga del acuífero.....	30
V.3.10. Modificación de las características fisicoquímicas del acuífero .....	31
V.3.11. Disminución de la cobertura vegetal.....	31
V.3.12. Modificación de la distribución y abundancia de las especies vegetales.....	32
V.3.13. Modificación de la distribución y abundancia de las especies vegetales en estatus de conservación .....	33
V.3.14. Afectación al habitat de las especies de fauna silvestre.....	34
V.3.15. Modificación de la distribución y abundancia de las especies de anfibios y reptiles ..	35

V.3.16. Modificación de la distribución y abundancia de las especies de aves.....	36
V.3.17. Modificación de la distribución y abundancia de las especies de mamíferos.....	37
V.3.18. Modificación de la distribución y abundancia de las especies de de fauna silvestre en estatus de conservación.....	37
V.3.19. Disminución de la calidad del paisaje.....	39
V.3.20. Incremento de la calidad de vida.....	40
V.3.21. Incremento del flujo vehicular .....	40
V.3.22. Afectación de las actividades productivas .....	41
V.3.23. afectaciones a la infraestructura vial .....	41
V.3.24. Fortalecimiento de la infraestructura eléctrica .....	41
V.4. Impactos residuales .....	43
V.5. Impactos acumulativos.....	43
V.6. Conclusiones.....	44

## TABLAS

Tabla V.1 Descripción de las técnicas para la identificación y evaluación de los impactos ambientales .....	1
Tabla V.2. Síntesis de la metodología aplicada para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que generará el Proyecto.....	2
Tabla V.3. Actividades del Proyecto que pueden generar algún impacto ambiental. ....	4
Tabla V.4 Lista de componentes ambientales que podrían verse afectados por la ejecución del Proyecto.....	6
Tabla V.5. Total de interacciones identificadas.....	7
Tabla V.6. Matriz de evaluación de impactos sobre el medio abiótico .....	8
Tabla V.7. Matriz de evaluación de impactos sobre el medio biótico .....	9
Tabla V.8. Matriz de evaluación de impactos sobre el medio socioeconómico. ....	10
Tabla V.9 Identificación de las interacciones identificadas.....	11
Tabla V.10. Criterios básicos.....	18
Tabla V.11. Valores para los criterios básicos y complementarios de Evaluación.....	19
Tabla V.12. Escala considerada para la asignación de valores de los criterios básicos para la evaluación de los impactos identificados para el Proyecto.....	19
Tabla V.13. Criterios complementarios.....	19
Tabla V.14 Fórmulas aplicadas para obtener el valor de los criterios .....	20
Tabla V.15 Clases de significancia de acuerdo a lo valores de significancia .....	20
Tabla V.16. Total de Impactos evaluados .....	21
Tabla V.17. Matriz de evaluación de impactos sobre el medio abiótico .....	22
Tabla V.18. Matriz de evaluación de impactos sobre el medio biótico .....	23
Tabla V.19. Matriz de evaluación de impactos sobre el medio socioeconómico .....	24
Tabla V.20. Síntesis de los resultados obtenidos de la identificación y evaluación de los impactos ambientales .....	25
Tabla V.21. Superficie por tipo de ecosistema en el SAR, Área de Influencia y Área del Proyecto .....	32
Tabla V.22. Especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.....	33

Tabla V.23. Especies de anfibios y reptiles con menor abundancia en el Área del Proyecto .....	35
Tabla V.24. Especies de aves menos abundantes y más susceptibles a ser afectadas .....	36
Tabla V.25. Especies de fauna en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010 .....	37

### FIGURAS

Figura V. 1. Proporción de cobertura vegetal en cada área de estudio. ....	31
Figura V. 2. Crecimiento medio anual de la demanda máxima bruta por área en % .....	42

## V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Existen numerosas técnicas para identificar e interpretar impactos ambientales, dentro de las cuales destacan las siguientes: métodos ad hoc, lista de verificación, redes, sobreposición de mapas, diagramas conceptuales y matrices.

**Tabla V.1 Descripción de las técnicas para la identificación y evaluación de los impactos ambientales**

Técnica	Descripción
Métodos ad hoc	Proporcionan una orientación mínima a la evaluación de impacto más allá de lo que sugiere como amplias zonas de posibles impactos (por ejemplo, impactos sobre la flora y fauna, impactos en un ecosistema por ejemplo un bosque un lago, etc) en vez de definir parámetros específicos a ser investigados.
Lista de verificación	Se basa en presentar una lista específica de parámetros ambientales para que se investiguen los posibles impactos, pero no requieren el establecimiento de los vínculos causa-efecto directamente de las actividades de los proyectos. Éstos pueden o no incluir las pautas de como medir e interpretar los datos de los parámetros.
Redes	Se desarrollan a partir de una lista de las actividades del proyecto para establecer las relaciones causa-estado-efecto. Son un intento por reconocer una serie de impactos que pueden desencadenarse por una acción del proyecto. Estos métodos definen por lo común un conjunto de posibles redes y permiten identificar los impactos, la selección de acciones y el seguimiento del proyecto correspondiente.
Sobreposición de mapas	Estos mapas se basan en un conjunto de mapas de características ambientales (clima, geología, tipos de suelos, vegetación, etc). Estos mapas se superponen con el proyecto para identificar espacialmente el impacto.
Matrices	Se desarrolla una lista de las actividades del proyecto y otra de los componentes ambientales potencialmente impactables. Estas dos listas se relacionan en una matriz que identifican relaciones causa-efecto.

Fuente: Jonathan, F.L. 2015. Evaluación del impacto ambiental

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales generados por este Proyecto se eligió el método de matrices que incorporan el uso de indicadores del impacto a través de sistemas de ponderación, esto permite no solo establecer la relación entre las actividades del proyecto y los factores ambientales sino evaluar la magnitud del impacto.

## V.1. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA APLICADA

En este trabajo se utilizó la metodología elaborada por Bojorquez-Tapia et al, 1998 que consiste en elaborar una matriz de interacción entre las actividades del proyecto que podrían generar un impacto (columnas) sobre los componentes ambientales (renglones). Cada impacto es evaluado a través de índices. En la siguiente tabla se sintetiza la metodología aplicada. En cada apartado se hace una descripción detallada de como se aplicó la metodología a este Proyecto.

**Tabla V.2. Síntesis de la metodología aplicada para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que generará el Proyecto.**

Actividad	Descripción
Identificación de las interacciones	Se hace el listado de las actividades que contempla la ejecución del Proyecto en todas sus etapas (Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento), posteriormente se hace el listado de los componentes ambientales (clima, suelo, geología, geomorfología, vegetación, fauna, etc), que pudieran ser afectados por alguna de las actividades del Proyecto.
Construcción de la matriz de interacciones	Se construye la matriz de doble entrada en donde las columnas son las actividades del Proyecto y se clasifican por etapa de ejecución. Los renglones estarán constituidos por los componentes ambientales y se agrupan por sistema (abiótico, biótico y socioeconómico). Finalmente se identifican las interacciones entre actividades del Proyecto y componentes ambientales y se obtiene una matriz de interacción.
Descripción de las interacciones e identificación de los impactos ambientales	Una vez que se obtiene la matriz de interacciones se describen las interacciones entre las actividades del Proyecto con los componentes ambientales y que sirven de base posteriormente para la identificación de los impactos ambientales.
Evaluación de los impactos ambientales	Se evalúa cada una de las interacciones identificadas entre las actividades del Proyecto y los componentes ambientales. En la evaluación, se asume que cualquier impacto tiene, al menos, carácter, magnitud, extensión y duración, por lo que estos se consideran como criterios básicos y son indispensables para definir las características directas e inmediatas. Además, existen cuatro criterios complementarios: sinergia, acumulación, controversia y mitigación. Se definen como aquellos que toman en cuenta las relaciones de orden superior entre impactos y pueden no existir. Una vez calificados los criterios básicos y en su caso los criterios complementarios, se procede al cálculo de los índices y la clasificación de los impactos en bajos, moderados, altos y muy altos.
Caracterización de los impactos	Una vez aplicada la metodología se hace una descripción de los impactos encontrados y se hace énfasis en los impactos que obtuvieron la significancia más alta.

A continuación, se describen paso a paso los resultados de la metodología aplicada.

## V.2. IDENTIFICACIÓN DE LAS INTERACCIONES

Se realizó un listado tanto de las actividades del Proyecto como de los factores ambientales que pudieran ser afectados. Para la identificación de las actividades del Proyecto que pudieran tener un impacto directo o indirecto sobre el ambiente, se consideraron los siguientes aspectos:

- Acciones que implican emisión de contaminantes
- Acciones que actúan sobre el medio biótico
- Acciones que implican un deterioro del paisaje
- Acciones que repercuten sobre la infraestructura
- Acciones que modifican el entorno social, económico y cultural

Para las acciones a realizar en la ejecución del Proyecto se consideraron las tres etapas:

- Etapa de preparación del sitio
- Etapa de construcción
- Etapa de operación y mantenimiento

**No se contempla abandono del sitio del Proyecto** ya que por el tiempo de vida útil del Proyecto se estará en espera de mejoras continuas en tecnología y técnicas para el desmantelamiento de la infraestructura o continuación del mismo, por lo que proponer un Plan o Programa de Abandono del Sitio no es viable por el momento

Algunas de las actividades identificadas forman parte de una actividad general, por ejemplo la contratación de personal, sin embargo se colocan por separado, siendo que los principales impactos directos o indirectos que generan actúan en diferentes componentes del entorno, por otra parte, considerar actividades repetitivas (por ejemplo: la contratación de personal es necesaria para cada actividad del proceso constructivo, mientras que el desmonte es efectuado para varias actividades como la construcción de caminos de acceso, subestación eléctrica, línea transmisión y el mismo parque solar) como parte del impacto de cada una de las actividades en donde se requiere, diluye su valor de importancia durante la evaluación del impacto ocasionado.

De igual manera, se consideró como una actividad independiente el uso de maquinaria pesada, ya que tiene interacciones específicas y exclusivas con algunos componentes ambientales como son la calidad del aire y el ruido.

## V.2.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO

En total se identificaron **dieciseis actividades** que podrían afectar a los componentes ambientales, siete se realizarán durante la etapa de preparación del sitio, seis en la etapa de construcción y tres en la etapa de operación y mantenimiento.

A continuación, se presenta el listado y descripción de las actividades que cada una de las etapas que se llevarán a cabo para la Preparación del Sitio, Construcción y Operación del Proyecto.

**Tabla V.3. Actividades del Proyecto que pueden generar algún impacto ambiental.**

Actividad	Descripción de la metodología
<b>Preparación del Sitio</b>	
1. Arrendamiento o servidumbre de paso	Consiste en firmar los contratos de arrendamiento de los terrenos en donde se llevará a cabo el Proyecto.
2. Trazo y delimitación	El trazo es básicamente la señalización de los vértices de las áreas donde se construirá el Proyecto. Se realizará por medio de estacas de madera e hilos o cinta de seguridad.
3. Contratación de personal	Esta actividad además de la contratación de personal, comprende la estancia de los trabajadores (generación de aguas residuales, residuos sólidos, etc) durante la jornada de trabajo en el área donde se llevará a cabo el Proyecto y mientras se realiza la construcción del mismo. Durante la Preparación del Sitio y Construcción se contratarán 695 trabajadores.
4. Uso de maquinaria y equipo	En este concepto se incluye no solo el uso de la maquinaria sino también su traslado al sitio de construcción. Si bien en la mayoría de las actividades del Proyecto se utiliza la maquinaria pesada, ésta se consideró como una actividad independiente por tener afectaciones directas en algunos componentes ambientales, como son la calidad del aire, el ruido, contaminación del suelo, etc.
5. Instalaciones temporales	Durante la construcción del Proyecto se tiene contemplado un estacionamiento, un comedor, área de acopio de materiales, área de oficinas y servicios, estas instalaciones serán retirados una vez que se complete la etapa de Preparación del Sitio y Construcción.
6. Desmante	Esta actividad consiste en la eliminación de la cubierta vegetal, se hará de forma direccional.
7. Despalme	Es la remoción de la capa superficial del terreno natural, eliminando el material que se considera inadecuado para la construcción, esto se llevará a cabo en las áreas donde se ejecutará el Proyecto.
<b>Construcción</b>	
8. Movimiento de tierras	Incluye las nivelaciones, relleno del terreno que se realizarán de acuerdo a cotas de nivel y dimensiones establecidas en los planos de Proyecto. Además de la compactación que incrementará la resistencia, reducirá la deformabilidad y permeabilidad de los materiales. Empleando maquinaria y vehículos pesados Se integra en este concepto, las excavaciones para las cimentaciones de las 23 estaciones de poder, del edificio de control, la subestación elevadora, las torres de transmisión y las zanjas para la instalación del cableado eléctrico subterráneo. Así como el pretaladro para la instalación de las estructuras para el montaje de los paneles fotovoltaicos.
9. Transporte y acarreo de materiales y equipo	Incluye la adquisición y transporte de equipo, materiales e insumos que se requieren para la construcción del Proyecto.

Actividad	Descripción de la metodología
10. Instalación y montaje de los paneles fotovoltaicos	Incluye el hincado y montaje de estructuras y paneles fotovoltaicos, así como de las instalaciones de las 23 estaciones de poder con los inversores y transformadores. Incluye el acondicionamiento para las vialidades internas del parque. Empleando maquinaria y vehículos pesados.
11. Instalaciones auxiliares	Incluye la construcción del almacén de residuos y bodega, la instalación del sistema de seguridad para control, vigilancia y detección de situaciones de alarma el cual estará conectado a un sistema de alarma remota y al activarse personal de la empresa ira al lugar. Se integra a este concepto la instalación de la cerca perimetral de malla metálica galvanizada de 2 metros de altura libre con postes de acero galvanizado.
11. Subestación eléctrica	Incluye las actividades de las obras civiles: cimentaciones, colocación de acero de refuerzo para concreto, canalizaciones, sistema de drenaje, montaje de estructuras mayores y menores, tendido de buses, colocación del sistema de tierras, montaje e instalación de equipos de protección, control y medición.
12. Línea de transmisión	Incluye las actividades de colocación de acero de refuerzo, colado de concreto en cimentaciones, relleno y compactado de cimentaciones, montaje de estructuras, colocación de sistemas de tierra, vestido de estructuras, tendido y tensado de cable de guarda y conductor.
13. Camino de acceso y carriles de aceleración y desaceleración	Incluye el tendido de sub-base, base y carpeta asfáltica.
<b>Operación y Mantenimiento</b>	
14. Contratación de personal	Esta actividad además de la contratación de personal, comprende la estancia de los trabajadores durante la jornada de trabajo (generación de aguas residuales, residuos sólidos, etc). Durante la etapa de operación y mantenimiento se contratarán 32 trabajadores, de los cuáles, 16 serán empleos permanentes y 16 temporales.
15. Operación y Mantenimiento del Parque Fotovoltaico	Incluye la generación en el día de energía eléctrica en corriente continua, en una cantidad directamente proporcional a la radiación solar existente. Durante la noche los inversores dejarán de inyectar energía a la red y se mantendrá en estado <i>stand-by</i> con el objetivo de minimizar el autoconsumo del parque. Otra actividad que se integra, son las pruebas que se realizarán para evitar accidentes propios de instalaciones que trabajan con corriente continua. Las labores de mantenimiento del parque solar fotovoltaico, que consiste en limpieza de los paneles solares.
16. Operación y Mantenimiento de la línea de transmisión	Se realizarán las podas de los árboles ubicados sobre el derecho de vía, cuando estos interfieran y pongan en riesgo la operación segura de la línea. Se harán inspecciones periódicas para verificar que todos los elementos que conforman la línea de transmisión (conexiones, sistema de tierra, hilo conductor, etc) se encuentren en condiciones óptimas y en caso contrario proceder a su sustitución en caso necesario.



## V.2.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES

Se realizó la identificación de los componentes ambientales que serán modificados de forma positiva o negativa por las acciones del Proyecto, en sus sucesivas fases (Preparación del Sitio, Construcción y Operación).

Los componentes ambientales son representativos del entorno afectado, relevantes, excluyentes (que no sean redundantes), de fácil identificación y cuantificación en la medida de lo posible se agruparon en tres: sistema abiótico, biótico y socioeconómico.

**Tabla V.4 Lista de componentes ambientales que podrían verse afectados por la ejecución del Proyecto.**

Componente ambiental		Afectación potencial
Abiótico	Clima	1. Modificación del microclima por variaciones de precipitación y temperatura.
		2. Cambio climático por la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) o por la eliminación de la vegetación que funciona como sumidero o zona de captura de CO <sub>2</sub>
	Aire	3. Alteración de la calidad del aire por la emisión de gases de combustión y por polvos.
		4. Generación de ruido en dB (A) en las áreas de trabajo y hacia las áreas colindantes.
	Relieve	5. Cambios en el relieve por rellenos y nivelaciones.
	Suelo	6. Características físicas (condiciones en la estructura del suelo (por ejemplo, compactación, erosión) y químicas (contaminación del suelo).
	Hidrología superficial	7. Modificación del patrón de drenaje o escurrimiento.
		8. Modificación de la calidad del agua (características fisicoquímicas).
	Hidrología subterránea	9. Disminución de la superficie de infiltración al acuífero
		10. Contaminación del agua subterránea
Biótico	Vegetación	11. Disminución de la cobertura.
		12. Modificación de la abundancia y distribución de las especies vegetales.
		13. Afectación a especies de flora en estatus de conservación.
	Fauna	14. Modificación del hábitat de las especies de fauna
		15. Modificación de la abundancia y distribución de las especies de anfibios y reptiles.
		16. Modificación de la abundancia y distribución de las especies de aves.
		17. Modificación de la abundancia y distribución de las especies de mamíferos.
		18. Afectación de especies de fauna silvestre en estatus de conservación.
Socioeconómico	Paisaje	19. Disminución de la calidad paisajística.
	Población	20. Variación en la calidad de vida de la población.
		21. Afectación al flujo vehicular de las vialidades internas de las localidades cercanas
	Economía local	22. Afectación a las actividades productivas.
	Infraestructura	23. Afectación al flujo vehicular de la carretera federal 180 Valladolid, por el tránsito de los camiones que se requieren para el transporte materiales, insumos, residuos vegetales, así como el ingreso al Área del Proyecto
24. Incremento en la infraestructura eléctrica.		

## V.2.2. CONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ DE INTERACCIONES.

La matriz de interacciones se construyó a partir de 24 renglones que conforman los componentes ambientales del medio abiótico, biótico y socioeconómico que potencialmente serán afectados por 16 actividades del Proyecto que se llevarán a cabo en las etapas de Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento del Proyecto.

Se identificaron un total de 98 interacciones, de las cuáles 51 se presentan en la etapa de Preparación del Sitio, 30 en la etapa de Construcción y 17 en la etapa de Operación y Mantenimiento. El mayor número de interacciones es con el medio abiótico con 38, seguido del medio biótico con 34 y 26 con el medio socioeconómico.

**Tabla V.5. Total de interacciones identificadas**

Medio	Preparación del Sitio	Construcción	Operación y Mantenimiento	Total
Abiótico	19	15	4	38
Biótico	21	6	7	34
Socioeconómico	11	9	6	26
Total	51	30	17	98

A continuación, se presentan las matrices de interacciones para el medio abiótico, biótico y socioeconómico

Tabla V.6. Matriz de evaluación de impactos sobre el medio abiótico

Actividad / Factor o componente ambiental			Preparación del sitio							Construcción							Operación y mantenimiento		
			Arrendamiento o servidumbre de paso	Trazo y delimitación	Contratación de personal	Uso de maquinaria y equipo	Instalaciones temporales	Desmonte	Despalme	Movimiento de tierras	Transporte y acarreo de materiales y equipo	Instalación y montaje de los paneles fotovoltaicos	Instalaciones auxiliares	Subestación eléctrica	Línea de transmisión	Camino de acceso y carriles de aceleración y desaceleración	Contratación de personal	Operación y mantenimiento del Parque Fotovoltaico	Operación y mantenimiento de la línea d
Sistema abiótico	Clima	Microclima																	
		Cambio climático																	
	Aire	Calidad del aire																	
		Calidad acústica																	
	Relieve	Topografía																	
	Suelo	Características fisicoquímicas																	
	Hidrología superficial	Patrón de drenaje																	
		Características fisicoquímicas del agua superficial																	
	Hidrología subterránea	Superficie de infiltración y volumen																	
		Características fisicoquímicas del agua subterránea																	

Tabla V.7. Matriz de evaluación de impactos sobre el medio biótico

Actividad / Factor o componente ambiental			Preparación del sitio							Construcción							Operación y mantenimiento		
			Arrendamiento o servidumbre de paso	Trazo y delimitación	Contratación de personal	Uso de maquinaria y equipo	Instalaciones temporales	Desmonte	Despalme	Movimiento de tierras	Transporte y acarreo de materiales y equipo	Instalación y montaje de los paneles fotovoltaicos	Instalaciones auxiliares	Subestación eléctrica	Línea de transmisión	Camino de acceso y carriles de aceleración y desaceleración	Contratación de personal	Operación y mantenimiento del Parque Fotovoltaico	Operación y mantenimiento de la línea d
Sistema biótico	Vegetación	Cobertura vegetal																	
		Distribución y abundancia de las especies																	
		Especies en estatus de conservación																	
	Fauna	Habitat																	
		Distribución y abundancia de anfibios y reptiles																	
		Distribución y abundancia de aves																	
		Distribución y abundancia de mamíferos																	
		Especies de fauna en estatus de conservación																	

Tabla V.8. Matriz de evaluación de impactos sobre el medio socioeconómico.

Actividad / Factor o componente ambiental			Preparación del sitio							Construcción							Operación y mantenimiento		
			Arrendamiento o servidumbre de paso	Trazo y delimitación	Contratación de personal	Uso de maquinaria y equipo	Instalaciones temporales	Desmonte	Despalme	Movimiento de tierras	Transporte y acarreo de materiales y equipo	Instalación y montaje de los paneles fotovoltaicos	Instalaciones auxiliares	Subestación eléctrica	Línea de transmisión	Camino de acceso y carriles de aceleración y desaceleración	Contratación de personal	Operación y mantenimiento del Parque Fotovoltaico	Operación y mantenimiento de la línea d
Sistema socioeconómico	Paisaje	Calidad																	
	Población	Calidad de vida																	
		Flujo vehicular																	
	Economía local	Actividades productivas																	
	Infraestructura	Vial																	
		Eléctrica																	

### V.2.3. DESCRIPCIÓN DE LAS INTERACCIONES IDENTIFICADAS

En la siguiente tabla, se presenta la descripción de las interacciones identificadas en las matrices que se mostraron en las páginas anteriores.

**Tabla V.9 Identificación de las interacciones identificadas**

Actividad	Descripción de la interacción con los componentes ambientales
<b>Etapa preparación del sitio</b>	
Arrendamiento	La calidad de vida de los dueños de los predios se incrementará, derivado del pago de arrendamientos.
Trazo y delimitación	El trazo y delimitación de las áreas, disminuirá la cobertura vegetal y por otro lado permitirá que se respete el área de la oquedad evitando su afectación.
Contratación de personal	Se consideró que esta actividad no solo contempla la contratación de personal, sino también la estancia de los trabajadores en el área donde se llevará a cabo el Proyecto durante las jornadas de trabajo y mientras se realiza la construcción del mismo. El Proyecto contratará a 695 trabajadores que durante su estancia generarán ruido.
	Lo residuos sólidos generados durante la estancia de los trabajadores, los cuales si no reciben un manejo adecuado podrían contaminar el suelo.
	Existe la posibilidad de que los trabajadores extraigan especies vegetales en estatus de conservación que son atractivas como especies comerciales o de ornato como la vainilla.
	La estancia de los trabajadores, podría perturbar a la fauna por el ruido, destrucción de nidos y madrigueras tanto de aves y mamíferos, así como también es frecuente que el personal se sienta amenazado por serpientes y víboras, lo cual podría resultar en su eliminación, independientemente de que sean o no venenosas, modificando así la distribución y la abundancia de estos reptiles. Así como especies que pudieser estar en estatus de conservación.
	Por otro lado, durante la Preparación del Sitio se generarán empleos que se verán reflejados en la calidad de vida de los trabajadores sobre todo para aquellos de localidades cercanas.
La estancia de 695 trabajadores generará una demanda de servicios y productos locales que finalmente se verá beneficiada la economía local.	

Actividad	Descripción de la interacción con los componentes ambientales
Uso de maquinaria pesada	El uso de la maquinaria pesada incrementará los niveles de emisiones de partículas y gases de combustión que afectarían la calidad del aire.
	El ruido que se produce al operar la maquinaria, generan entre 85 y 110 dB, que podría molestar a los habitantes de las localidades cercanas durante las horas laborales y ahuyentará a la fauna de las áreas inmediatas donde se estén realizando las obras.
	El riesgo de contaminación del suelo por el derrame de gasolina, aceites y grasas, siempre existe cuando se utiliza este tipo de maquinaria.
	De igual forma por el derrame de estas sustancias se podría contaminar los escurrimientos superficiales intermitentes modificando las características fisicoquímicas del agua superficial en temporadas de lluvias.
	La inadecuada operación del manejo de la maquinaria pesada podría invadir zonas fuera del área del Proyecto, afectando a la distribución y abundancia de las especies vegetales, incluyendo las que se encuentran en la NOM-059-2010 por el derribo de individuos en sus primeros estadios de vida (plántulas y juveniles).
	El uso de maquinaria pesada, provoca de manera directa la destrucción de madrigueras y nidos subterráneos de anfibios y reptiles, afectando al hábitat. Aunque la acción y actividad directa es por el Desmonte, por eso es de mayor relevancia en la evaluación.
	El tránsito de la maquinaria podría a atropellar a las especies de lento desplazamiento, por lo que también generaría un impacto sobre la abundancia de las especies. Como lo son anfibios, reptiles y mamíferos de lento desplazamiento y/o que recorren distancias cortas. Y que a su vez puedan pertenecer al grupo de especies en estatus por la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	La maquinaria pesada disminuirá la calidad del paisaje junto con el almacenamiento de materiales y equipo, aunque de manera temporal.
	La maquinaria pesada podría afectar a la calidad de vida de las personas en caso de utilizar las calles de las localidades cercanas por la generación de gases de combustión y transitos de zonas rurales.
La maquinaria pesada deberá ser trasladada al Área del Proyecto lo que generará tráfico vehicular sobre la carretera federal No.180 Mérida-Valladolid.	

Actividad	Descripción de la interacción con los componentes ambientales
Instalaciones temporales	El almacenamiento de materiales granulares o el suelo fértil, y el movimiento de tierra podría provocar emisiones a la atmósfera por la dispersión de partículas por el viento.
	Siempre existe el riesgo de contaminación local del suelo por el mal manejo, tanto de los materiales que se almacenan, como por la disposición inadecuada de los residuos que se generan como son grasas y aceites.
	Derivado del mal manejo de los residuos y posibles derrames de aceites, grasas o combustibles; podría contaminar el suelo que a su vez afectaría a los escurrimientos superficiales intermitentes y al agua subterránea.
	Se tiene contemplado el uso de un geotextil en el área de almacenamiento de residuos para disminuir el riesgo de contaminación del agua, en esta área temporalmente no habrá infiltración del agua hacia el acuífero.
	La introducción de elementos artificiales como las instalaciones temporales disminuirá la calidad del paisaje, aunque de forma temporal.
	Proporcionar los servicios para los trabajadores, como área de comedor, servicios sanitarios contribuirá a la calidad de vida de los trabajadores durante las jornadas de trabajo y esta demanda de servicios también se traducirá en beneficios en la economía local. Donde se generarán actividades productivas de manera temporal.
Desmante	Esta actividad implica la eliminación total de la cubierta vegetal, constituida por la selva mediana subcaducifolia en diferentes grados de conservación, esto podrá generar un cambio en el microclima, por el incremento de la temperatura debido a la exposición solar, esto será temporal durante la Preparación del Sitio y Construcción.
	El desmante de la selva mediana subcaducifolia provocará la disminución de la captura de carbón.
	Durante el desmante habrá emisiones de polvos y por el empleo de maquinaria pesada emisiones por gases de combustión que disminuirán la calidad del aire en el Área del Proyecto, aunque esto será temporal.
	Con la realización del desmante propiciara un cambio a las características fisicoquímicas del suelo.
	Afectará la distribución y abundancia de las especies vegetales. También afectará al banco de semillas, al eliminar individuos maduros y por la eliminación de la capa superficial de suelo. Propiciando también un cambio en la cobertura vegetal.
	Los impactos a la distribución y abundancia de las especies vegetales incluyen a las que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	La eliminación de toda la cobertura vegetal, resulta de manera directa en la pérdida de hábitat para la fauna donde se incluyen: madrigueras, sitios de anidación, alimentación, reproducción y refugio de los diferentes grupos de vertebrados.



Actividad	Descripción de la interacción con los componentes ambientales
Desmonte	La pérdida de hábitat ocasionará el desplazamiento de la fauna, modificando la distribución y abundancia de las especies de vertebrados (reptiles, anfibios, aves y mamíferos) que se sitúan en el Área del Proyecto.
	La pérdida de hábitat también afectará a las especies de fauna terrestre que se encuentran en estatus de conservación, según la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	La calidad del paisaje disminuirá debido a la pérdida de cobertura vegetal.
	Durante el desmonte se afectarán especies mielíferas (flora) que son relevantes para la actividad apícola, por lo que esta se verá afectada.
Despalme	Durante el despalme habrá emisiones de polvo por el movimiento del suelo y empleo de maquinaria pesada, esto será puntual y temporal.
	Se perderá el suelo fértil al mezclarlo con el material inerte que se encuentra en las capas más profundas y con material proveniente de banco, Por lo que se modificarían las características fisicoquímicas del suelo.
	El despalme tendrá efectos sobre la distribución y abundancia de las especies vegetales al perderse el banco de semillas que se encuentra en el suelo fértil o capa orgánica.
<b>Etapas de Construcción</b>	
Movimiento de tierras	Habrá emisiones de partículas por las nivelaciones, excavaciones, compactaciones, cimentaciones, etc por lo que se afectará a la calidad del aire
	Se generarán cambios en la topografía por las nivelaciones del terreno.
	Se cambiarán las características del suelo al mezclar las diferentes capas del suelo y en algunos casos en donde se requiera con material de banco.
	Al modificar la topografía se modificará el patrón de drenaje.
Adquisición y transporte de materiales e insumos	En el transporte de materiales habrá emisiones a la atmósfera y con ello una generación de ruido por los camiones que serán utilizados.
	La mayor frecuencia de viajes que se realizarían incrementa la probabilidad de atropellamiento de fauna local como lo son anfibios, reptiles y mamíferos pequeños, principalmente sobre aquellos que se caracterizan por un desplazamiento más lento o que recorren distancias cortas. Al igual pueden verse involucrados algunos de estos individuos que pueden pertenecer a una especie en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Actividad	Descripción de la interacción con los componentes ambientales
Adquisición y transporte de materiales e insumos	Por la construcción del Proyecto se incrementará el flujo vehicular de la Carretera Federal No.180 Mérida-Valladolid, por lo que se incrementará el tráfico en esta vía de comunicación. Pudiendo afectar en primer lugar a la población cercana.
	Para la construcción del Proyecto se adquirirán en la región la mayoría de los materiales e insumos, de igual forma se incrementará el consumo de algunos productos como son: gasolina, aceites, agua, etc., reflejándose en beneficios en la economía local.
Paneles fotovoltaicos y todos sus componentes	La instalación de los paneles fotovoltaicos proporcionará áreas con sombra por lo que se modificarán las características del microclima.
	La instalación de los paneles fotovoltaicos y todos sus componentes cambiarán el paisaje natural.
Instalaciones auxiliares	La construcción del edificio en donde se localizarán las oficinas, servicios y salas de control, así como el almacén de residuos y la bodega de almacenamiento de insumos y materiales modificará el patrón de drenaje superficial.
	La ocupación del espacio por las instalaciones superficiales no permitirá la infiltración del agua al acuífero, por lo que se disminuirá la superficie de recarga, aunque de forma mínima en comparación con toda el Área del Proyecto.
	Parte de las instalaciones auxiliares, está la cerca perimetral, está impedirá el paso de la fauna principalmente reptiles y mamíferos de tamaño mediano. Algunas de estas especies se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	La introducción de elementos artificiales como son las instalaciones auxiliares disminuirá la calidad del paisaje natural.
Subestación elevadora	La superficie en donde se ubicará la subestación modificará el patrón de drenaje.
	La superficie ocupada por la subestación disminuirá el área de recarga para infiltración de agua, pero de forma mínima en comparación con toda el Área del Proyecto.
	La introducción de elementos artificiales, como las estructuras de acero y otros componentes de la subestación eléctrica modificará la calidad del paisaje natural que actualmente existe.
Línea de transmisión	La instalación de las 15 torres autoportadas y los cables, modificarán la calidad del paisaje natural que actualmente existe. Así como la conexión hacia la subestación Valladolid de tensión hacia la bahía de 115 kV.

Actividad	Descripción de la interacción con los componentes ambientales
Camino de acceso y carriles de aceleración y desaceleración	El camino y los carriles de aceleración y desaceleración serán pavimentados (carpeta asfáltica) por lo que modificará la superficie y las características fisicoquímicas del suelo.
	Impedirán la infiltración del agua al acuífero por lo que disminuirá la superficie de recarga, aunque de forma poco significativa.
	Principalmente durante la etapa de Preparación del Sitio y Construcción, debido al número de vehículos que transitarán, se incrementará el riesgo de atropellamiento de la fauna de lento desplazamiento y que podrían incluir algunas especies de en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010, principalmente pequeños mamíferos y reptiles, que pudiesen estar presentes en el momento de la actividad.
	La construcción del camino contribuirá a la modificación del paisaje natural debido a que se requerirá el desmonte de vegetación natural.
	El camino de acceso y los dos carriles de aceleración y desaceleración permitirán que exista un flujo continuo de los vehículos evitando que se estacionen sobre la carretera federal 180 Mérida-Valladolid, ya que permitirá el flujo vehicular continuo hacia el predio sin necesidad de que se estacionen.
<b>Etapas de Operación y Mantenimiento</b>	
Contratación de personal	Se contratarán 32 personas (16 permanentes y 16 temporales) los cuáles generarán residuos durante su estancia, de no recibir un manejo y disposición adecuado podrían afectar a las características fisicoquímicas del suelo
	Existe el riesgo de que los trabajadores extraigan especies vegetales en estatus de conservación como la vainilla. Afectando la distribución y abundancia de las especies.
	La estancia de los trabajadores, podría perturbar a la fauna como a aves y mamíferos y en otro sentido el personal podría sentirse amenazado por serpientes y víboras, lo cual podría resultar en su eliminación, independientemente de que sean o no venenosas, modificando así la distribución y la abundancia de estos reptiles. A su vez también podrá poner en riesgo a especies de relevancia establecidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	Por otro lado, durante la Operación del Proyecto se generarán empleos que se verán reflejados en la calidad de vida de los trabajadores. Aunque de menor medida por el poco personal involucrado.

Actividad	Descripción de la interacción con los componentes ambientales
Parque fotovoltaico	La Operación del Proyecto contribuirá a generar energía eléctrica proveniente de fuentes renovables y se evitará la emisión de gases de efecto invernadero por la disminución del uso de combustibles fósiles como fuentes para la transformación a energía eléctrica, por lo que contribuye a mitigar el cambio climático.
	La Operación del Proyecto al proporcionar energía a través de fuentes renovables, se evita la emisión de gases de combustión que afectan la calidad del aire y propician al cambio climático, por lo que el fortalecimiento de la infraestructura eléctrica aumentará la calidad de vida de las personas de manera directa.
	La Operación del Proyecto permitirá la generación y la venta de 70 MW de energía solar fotovoltaica para CFE, contribuyendo con el aumento de la capacidad instalada a nivel nacional de la generación de energía eléctrica renovable y contribuir a satisfacer la demanda del Sistema Interconectado Peninsular, donde se localiza el Proyecto y que a su vez se conectará con el Sistema Eléctrico Nacional (SEN). Todo ello aportando a los objetivos planteados por la Reforma energética, donde también se estipula el compromiso y cumplimiento en materia ambiental por toda infraestructura a realizar en el territorio nacional.
Línea de Transmisión	El mantenimiento de la línea de transmisión, consiste en podar a aquellos árboles ubicados en el derecho de vía que podrían interferir con el cableado, por lo que periódicamente se realizará esta poda disminuyendo la cobertura vegetal, la distribución y abundancia de las especies vegetales y por lo tanto el hábitat de la fauna.
	La calidad del paisaje se afecta durante la etapa de Operación y Mantenimiento ya que la poda de la vegetación dará ese cambio al paisaje.
	La Operación de la línea de transmisión contribuye a garantizar la operación segura y eficiente del Proyecto por lo que contribuye a fortalecer la infraestructura eléctrica.

## V.2.4. CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Se asume que cualquier impacto tiene, al menos, carácter, magnitud, extensión y duración, por lo que estos se consideran como criterios básicos y son indispensables para definir las características directas e inmediatas. A continuación, se definen cada uno de los criterios.

**Tabla V.10. Criterios básicos**

Criterio	Descripción
Carácter	Puede ser adverso (-) o benéfico (+)
Magnitud	Intensidad del impacto en el sistema ambiental, que se evalúa si el componente ambiental resulta muy afectado o perturbado, o sufre un gran daño por la implementación del Proyecto, (lo que exige la superación de problemas técnicos de gran envergadura y en consecuencia aumenta los costos y disminuye la eficiencia y factibilidad del Proyecto); o el componente ambiental resulta relativamente perturbado, (esto origina dificultades técnicas pero no cuestiona la factibilidad técnica o económica del Proyecto); o el componente resulta poco modificado por la implementación del Proyecto, (causa pequeñas dificultades técnicas que no afectan en gran medida el presupuesto).
Extensión	Área de afectación del impacto con respecto al SAR. Este criterio se califica como local cuando el impacto afecta más allá del área afectada directamente por el Proyecto y puntual, cuando el impacto solo afecta el área en donde se presenta el impacto y no llega a afectar al área de influencia.
Duración	Temporalidad del impacto. Puede ser temporal cuando el impacto benéfico o negativo se disipa con el tiempo, permanente cuando continua a través del tiempo

En la asignación de valores a cada uno de criterios se tomó en consideración la cantidad y calidad de información que soporte la predicción, la probabilidad de ocurrencia del impacto, la incertidumbre de la predicción y la relación entre el impacto y los estándares que puedan existir en normas ambientales.

A cada uno de los **criterios** se les asignó un valor comprendido:

- **Criterios básicos:** rango de **1 a 9**.
- **Criterios complementarios:** rango de **0 a 9** (comienza en cero ya que pueden no existir).

Estos valores corresponden a expresiones relacionadas con el efecto de una actividad sobre el factor o componente ambiental.

En el caso de dos actividades que actúan sobre el mismo factor o componente ambiental y en la misma superficie, pero en diferente tiempo de ejecución, *la evaluación del impacto se realizó en la actividad que se ejecuta en primer término. Lo anterior no aplica en el caso que la segunda actividad provoque un impacto significativamente mayor que el primero.*

Cuando el equipo evaluador no llegó a conciliar el valor asignado a un criterio se asignó el máximo valor mencionado, con lo cual se disminuye la probabilidad de subestimar un impacto al considerar un impacto como significativo cuando falta evidencia de lo contrario.

La escala usada para asignar el valor a cada uno de los criterios (básicos y complementarios) fue la siguiente:

**Tabla V.11. Valores para los criterios básicos y complementarios de Evaluación.**

Valor ordinal	Valor nominal	Valor ordinal	Valor nominal
0	Nulo (sólo para criterios complementarios)	5	Moderado
1	Nulo a Muy Bajo	6	Moderado a Alto
2	Muy Bajo	7	Alto
3	Bajo	8	Muy Alto
4	Bajo a Moderado	9	Extremadamente Alto

En la siguiente tabla se describen los criterios para la asignación de los valores básicos para la evaluación de los impactos identificados.

**Tabla V.12. Escala considerada para la asignación de valores de los criterios básicos para la evaluación de los impactos identificados para el Proyecto.**

Escala		Criterio		
Nominal	Ordinal	Magnitud	Extensión	Duración
Alto	7-9	La afectación está entre el 65 y 100% de las existencias del Sistema Ambiental Regional del Proyecto.	La afectación se manifiesta más allá del Área del Proyecto, en el Sistema Ambiental Regional.	Cuando los efectos del impacto se manifiesten aún después de terminada la actividad que lo provocó.
Moderado	4-6	La afectación está entre el 30 y 65% de las existencias del Sistema Ambiental Regional.	La afectación se produce en el Área del Proyecto.	Cuando los efectos del impacto se manifiesten solamente durante el tiempo en que se realiza la actividad que lo provoca.
Bajo	1-3	La afectación es menor del 30% del Sistema Ambiental Regional.	La afectación sucede en forma puntual donde se realiza la actividad.	Cuando los efectos del impacto se manifiesten de manera intermitente durante el tiempo en que se realiza la actividad que lo provoca.

Se consideran además cuatro criterios complementarios: sinergia, acumulación, controversia y mitigación. Se definen como aquellos que toman en cuenta las relaciones de orden superior entre impactos y pueden no existir.

**Tabla V.13. Criterios complementarios**

Criterio	Descripción
Sinergia	Interacciones de orden mayor entre impactos
Acumulación	Presencia de efectos aditivos de los impactos
Controversia	Oposición de los sectores sociales a los proyectos
Mitigación	Existencia y eficiencia de medidas de mitigación

El valor que se asignó a los criterios complementarios está en función de las condiciones y actividades que se desarrollan en el Área del Proyecto, con las cuales pueden suscitarse relaciones de orden superior (por ejemplo: superficies desmontadas, generación de ruidos, etc.), así como por la existencia de una medida de compensación o mitigación.

Asignados los valores de cada criterio básico y en su caso complementarios se procede al cálculo del **índice básico y complementario** y posteriormente se obtiene la significancia parcial y final. En la siguiente tabla se presentan las fórmulas.

**Tabla V.14 Fórmulas aplicadas para obtener el valor de los criterios**

Índice	Fórmula	Variables	Observaciones
Básico (MEDij)	$MEDij = \frac{1}{27^*} (Mij + Eij + Dij)$	Mij = Magnitud Eij = Extensión Dij = Duración * 27 es el valor máximo que resulta de multiplicar el valor máximo (9) por la cantidad de criterios (3) considerados.	Los valores deberán fluctuar en el siguiente rango: $0.11 (*) \leq (MEDij) \leq 1$ (* ) Debido a que los criterios básicos no pueden ser evaluados como nulos.
Complementario (SACij)	$SACij = \frac{1}{27^*} (Sij + Aij + Cij)$	Sij = Sinergia Aij = Acumulación Cij = Controversia	Los valores deberán fluctuar en el siguiente rango: $0 \leq (SACij) \leq 1$
Significancia parcial (Iij)	$(Iij) = (MEDij)^{(1-SACij)}$	(MEDij)= índice básico (SACij)= índice complementario.	De acuerdo con esta fórmula en ausencia de los criterios complementarios el impacto queda definido únicamente por los criterios básicos, pero en el caso de estar presentes la importancia del impacto se incrementa.
Significancia final (Sij)	$Sij = Iij \left( 1 - \left( \frac{1}{9} * Tij \right) \right)$	Iij= significancia parcial Tij= medidas de mitigación	La Significancia Final (Sij) del impacto identificado en cada interacción deberá de considerar las medidas de mitigación (Tij).

Para facilitar el balance de los impactos, una vez obtenida la significancia final (Sij) se clasifican los impactos ambientales y se agrupan en las siguientes clases:

**Tabla V.15 Clases de significancia de acuerdo a lo valores de significancia**

Rango	Nivel de significancia
$0.00 < (Sij) < 0.25$	Significancia Baja (B)
$0.26 < (Sij) < 0.50$	Significancia Moderada (M)
$0.51 < (Sij) < 0.75$	Significancia Alta (A)
$0.76 < (Sij) < 1.00$	Significancia Muy Alta (MA)

Con lo cual se clasifican los impactos con base a su nivel de significancia que van de Muy Alta, Alta, Moderada y Baja, donde se facilita el balance de los impactos.

## V.2.5. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Como resultado del análisis realizado se identificaron un total de 98 impactos de los cuáles 15 son benéficos y 83. adversos, cabe destacar que la mayor parte de los impactos adversos son bajos, temporales ya que solo se presentarán en la etapa de Preparación del Sitio y Construcción y por su carácter preventivo pueden ser mitigables mediante buenas prácticas. El principal impacto adverso será el desmonte que provocará la disminución de la cobertura vegetal y por lo tanto el hábitat de las especies de fauna silvestre.

Los impactos benéficos son en su mayoría de altos a muy altos. Entre los impactos benéficos está el incremento de la calidad de vida de la población por la generación de empleos, incremento de la actividad comercial que se traduce en beneficios en la economía local y por supuesto el impacto benéfico más relevante es el uso de fuentes renovables para la generación de 70 MW que contribuirá a fortalecer la infraestructura eléctrica.

En la siguiente tabla se presenta el resumen de los impactos evaluados por nivel de significancia.

**Tabla V.16. Total de Impactos evaluados**

Impacto	Significancia Final				Total de Impactos
	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto	
Medio abiótico					
Positivo	1	0	2	0	3
Negativo	30	5	0	0	35
Medio biótico					
Positivo	0	0	0	0	0
Negativo	26	1	0	7	34
Medio socioeconómico					
Positivo	2	6	0	4	12
Negativo	11	3	0	0	14
Impactos por significancia					
Positivos					15
Negativos					83
Total de impactos positivos y negativos					98

En las siguientes tablas se presentan las matrices de evaluación de los impactos en el medio físico, biótico y socioeconómico, ya con la clasificación con base a su significancia. En el Capítulo VIII se presentan las matrices con los valores asignados para cada uno de los criterios básicos y complementarios



Tabla V.17. Matriz de evaluación de impactos sobre el medio abiótico

Actividad / Factor o componente ambiental			Preparación del Sitio						Construcción						Operación y Mantenimiento			
			Arrendamiento o servidumbre de paso	Trazo y delimitación	Contratación de personal	Uso de maquinaria y equipo	Instalaciones temporales	Desmonte	Despalme	Movimiento de tierras	Transporte y acarreo de materiales y equipo	Instalación y montaje de los paneles fotovoltaicos	Instalaciones auxiliares	Subestación eléctrica	Línea de transmisión	Camino de acceso y carriles de aceleración y desaceleración	Contratación de personal	Operación y Mantenimiento del Parque Fotovoltaico
Medio abiótico	Clima	Microclima						M						A				
		Cambio climático						B									A	
	Aire	Calidad del aire				B	B	B	B	B	B							
		Calidad acústica				B	M				B							
	Relieve	Topografía								B								
	Suelo	Características fisicoquímicas			B	B	B	M	M	M		B	B		B	B		
	Hidrología superficial	Patrón de drenaje									B		B	B				
		Características fisicoquímicas del agua superficial				B	B	B									B	
	Hidrología subterránea	Superficie de infiltración y volumen		B									B	B		B		
		Características fisicoquímicas del agua subterránea				B		B									B	

Tabla V.18. Matriz de evaluación de impactos sobre el medio biótico

Actividad / Factor o componente ambiental			Preparación del sitio							Construcción							Operación y mantenimiento		
			Arrendamiento o servidumbre de paso	Trazo y delimitación	Contratación de personal	Uso de maquinaria y equipo	Instalaciones temporales	Desmonte	Despalme	Movimiento de tierras	Transporte y acarreo de materiales y equipo	Instalación y montaje de los paneles fotovoltaicos	Instalaciones auxiliares	Subestación eléctrica	Línea de transmisión	Camino de acceso y carriles de aceleración y desaceleración	Contratación de personal	Operación y Mantenimiento del Parque Fotovoltaico	Operación y Mantenimiento de la línea de transmisión
Medio biótico	Vegetación	Cobertura vegetal		B				MA									B	B	
		Distribución y abundancia de las especies				B		MA											B
		Especies en estatus de conservación			B	B		MA											
	Fauna	Habitat			B	B		MA										B	B
		Distribución y abundancia de anfibios y reptiles			B	B		MA			B				B	B			
		Distribución y abundancia de aves			B			M											B
		Distribución y abundancia de mamíferos			B	B		MA			B				B				
		Especies de fauna en estatus de conservación			B	B		MA			B				B				

Tabla V.19. Matriz de evaluación de impactos sobre el medio socioeconómico

Actividad / Factor o componente ambiental			Preparación del sitio							Construcción							Operación y Mantenimiento		
			Arrendamiento o servidumbre de paso	Trazo y delimitación	Contratación de personal	Uso de maquinaria y equipo	Instalaciones temporales	Desmonte	Despalme	Movimiento de tierras	Transporte y acarreo de materiales y equipo	Instalación y montaje de los paneles fotovoltaicos	Instalaciones auxiliares	Subestación eléctrica	Línea de transmisión	Camino de acceso y carriles de aceleración y desaceleración	Contratación de personal	Operación y mantenimiento del Parque Fotovoltaico	Operación y mantenimiento de la línea de transmisión
Medio socioeconómico	Paisaje	Calidad				B	B	M				M	B	B	B	B			B
	Población	Calidad de vida	M		M		B										B	MA	MA
		Flujo vehicular				B					M								
	Economía local	Actividades productivas			M		M	B			M								
	Infraestructura	Vial				B					B					M			
		Eléctrica																MA	MA

 Impacto benéfico       Impacto adverso

En la siguiente tabla se presenta un resumen de los impactos de acuerdo a su nivel de significancia sobre cada uno de los componentes ambientales.

**Tabla V.20. Síntesis de los resultados obtenidos de la identificación y evaluación de los impactos ambientales**

Componente Ambiental	Significancia final				Total de impactos		Total de impactos
	Bajo (B)	Moderado (M)	Alta (A)	Muy Alta (MA)	Negativo	Benéfico	
Medio abiótico							
Microclima		1	1	0	1	1	2
Cambio climático	1	0	1	0	1	1	2
Calidad del aire	6	0	0	0	6	0	6
Calidad acústica	2	1	0	0	3	0	3
Topografía	1	0	0	0	1	0	1
Características fisicoquímicas del suelo	7	3	0	0	9	0	10
Patrón de drenaje superficial	3	0	0	0	3	0	3
Características fisicoquímicas del agua superficial	4	0	0	0	4	0	4
Superficie de infiltración y volumen del acuífero	4	0	0	0	3	1	4
Características fisicoquímicas del agua subterránea	3	0	0	0	3	0	3
Medio biótico							
Cobertura vegetal	3	0	0	1	4	0	4
Distribución y abundancia de las especies	2	0	0	1	3	0	3
Especies en estatus de conservación	2	0	0	1	3	0	3
Hábitat	4	0	0	1	5	0	5
Distribución y abundancia de anfibios y reptiles	5	0	0	1	6	0	6
Distribución y abundancia de aves	2	1	0	0	3	0	3
Distribución y abundancia de mamíferos	4	0	1	0	5	0	5

Componente Ambiental	Significancia final				Total de impactos		Total de impactos
	Bajo (B)	Moderado (M)	Alta (A)	Muy Alta (MA)	Negativo	Benéfico	
Especies de fauna en estatus de conservación	4	0	0	1	5	0	5
Medio socioeconómico							
Calidad del paisaje	7	2	0	0	9	0	9
Calidad de vida de la población	2	2	0	2	0	6	6
Flujo vehicular	1	1	0	0	2	0	2
Actividades productivas	1	3	0	0	1	3	4
Infraestructura vial	2	1	0	0	2	1	3
Infraestructura eléctrica	0	0	0	2	0	2	2

### V.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

#### V.3.1 MODIFICACIÓN DEL MICROCLIMA

El Proyecto requiere el desmonte de la selva mediana subcaducifolia con vegetación secundaria arbórea, por lo que en la etapa de Preparación del Sitio y Construcción del Proyecto se modificará el microclima en el área del desmonte por mayor insolación. El impacto se evaluó como adverso bajo, temporal, local y mitigable.

Al instalar los paneles fotovoltaicos, se disminuirá la superficie expuesta a mayor insolación por el desmonte, ya que estos proporcionarán sombra y contribuirá a retener la humedad del suelo. El impacto se evaluó como benéfico, bajo, permanente y local.

#### V.3.2. CONTRIBUCIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

El carbono inorgánico en forma de dióxido de carbono, se incorpora a compuestos orgánicos por acción de los organismos fotosintéticos. De esta manera el servicio ambiental principal de la vegetación es la mitigación de los gases con efecto invernadero, mediante la fijación reducción y almacenamiento de carbono (CO<sub>2</sub>) y otros gases con efecto invernadero (Espinoza, et al. 1999). La reducción de la cobertura vegetal conlleva el riesgo en la obvia reducción de organismos que favorecen la captación del carbono y de generación de oxígeno.

El SAR, Área de Influencia y Área del Proyecto, actúan como sumidero de CO<sub>2</sub>, debido a que la mayor parte de la superficie presenta cobertura vegetal, constituida por la selva mediana subcaducifolia con vegetación secundaria arbórea. La selva mediana subcaducifolia del SAR almacena 13,022,316.32 toneladas de CO<sub>2</sub>e, por el desmonte de esta selva mediana

subcaducifolia **206.51 ha**,<sup>1</sup> se estimó que se dejarán de capturar anualmente hasta **23308.27** toneladas de CO<sub>2</sub>e que representan el 0.18% de la captura de CO<sub>2</sub>e del SAR, por lo que se evaluó como un impacto adverso bajo, permanente, local y mitigable.

En el Capítulo VIII de esta manifestación se presenta la metodología aplicada para realizar el cálculo de captura de CO<sub>2</sub>e.

En la Operación se puede considerar a que contribuirá a disminuir las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) ya que con la ejecución del Proyecto se dejarán de emitir a la atmosfera 80,825 toneladas de CO<sub>2</sub> contribuyendo a la mitigación al cambio climático. El impacto se evaluó como benéfico, alto, permanente y local.

Para el cálculo del CO<sub>2</sub> se tomo el factor de 0.458 ton de CO<sub>2</sub>/MWh para el cálculo de emisiones indirectas por consumo de electricidad para el periodo 2015, cuando el proveedor sea Comisión Federal de Electricidad establecido en el Registro Nacional de Emisiones.

### **V.3.3. MODIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE**

Durante la etapa de Preparación del Sitio y Construcción, la calidad del aire disminuirá debido a la emisión de gases de combustión (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, etc) por la operación del equipo y maquinaria, carga y acarreo de materiales y transporte de la maquinaria. El impacto se evaluó como un impacto adverso, bajo, temporal, puntual y mitigable.

Se contempla un área de acopio, en está la calidad del aire se verá afectada por la emisión de partículas durante el almacenamiento de material granular. Se evaluó como un impacto, adverso, bajo, puntual, temporal y mitigable.

Durante la Construcción del Proyecto, específicamente, en el desmonte, despalme, excavaciones que se realizarán para las zanjas y para las cimentaciones y en general todas las actividades que requieren el movimiento de tierras, se generarán partículas de polvo, sin embargo, serán puntuales, temporales y mitigables, por lo que se consideró, que estas actividades generarán un impacto adverso bajo.

Además, durante el transporte de material a granel para la construcción, puede resultar en fuga de polvos y partículas. El impacto se evaluó como adverso, bajo, puntual, temporal y mitigable mediante la instalación de lonas para evitar la fuga de partículas.

---

<sup>1</sup> Esta área corresponde solo la presencia de vegetación forestal, se descarta la superficie agrícola y artificiales del área del Proyecto.

### **V.3.4. MODIFICACIÓN DE LA CALIDAD ACÚSTICA**

La calidad acústica se verá modificada por la generación de ruido, debido a la presencia del personal y al uso del equipo y maquinaria, sin embargo, esto será únicamente en las áreas de trabajo y sólo durante los meses que durará la etapa de Preparación del Sitio y Construcción. Considerando lo anterior se evaluó que ambas actividades generarán un impacto adverso bajo, puntual, temporal y mitigable.

El transporte de insumos y materiales, disminuirá la calidad acústica por el tránsito de los camiones en los caminos y carreteras del SAR, esto se evaluó como un impacto adverso, bajo, puntual, temporal y mitigable, ya que los camiones y maquinaria recibirán el mantenimiento requerido.

### **V.3.5. MODIFICACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA**

Durante la etapa de Preparación del Sitio y Construcción, se requiere realizar movimientos de tierras, principalmente las excavaciones para las diferentes cimentaciones, esto modificará temporalmente el relieve. El impacto se evaluó como un impacto adverso bajo, puntual, temporal y mitigable.

El Proyecto contempla realizar nivelaciones, esto modificará el relieve, aunque no de forma significativa, debido a que no existen pendientes pronunciadas y a que la mayor parte del terreno se encuentra en una llanura. El impacto se evaluó como adverso, permanente, puntual, bajo y mitigable.

### **V.3.6. MODIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DEL SUELO**

La contratación de 695 personas, durante la etapa de Preparación del Sitio y Construcción, puede contaminar el suelo por el inadecuado manejo de los residuos sólidos generados durante su estancia. Se evaluó un impacto adverso, bajo, puntual, temporal y mitigable.

El riesgo de contaminación del suelo por el derrame de gasolina, aceites y grasas, siempre existe cuando se utiliza equipo y maquinaria. El impacto potencial se evaluó como adverso bajo, puntual, temporal y mitigable ya que se dará mantenimiento periódico a la maquinaria para evitar derrames.

En caso de que no se lleve a cabo un almacenamiento adecuado de los residuos sólidos, residuos peligrosos y otras sustancias en las instalaciones temporales se podría contaminar el suelo. Se evaluó que el impacto que podría presentarse sería adverso, bajo, puntual y permanente, mitigable.

Las actividades que generarán mayor impacto sobre la estructura del suelo, son el desmonte y despalme, pues se realiza la remoción de la vegetación, así como el retiro de la capa de suelo fértil (corresponde al suelo constituido por la tierra vegetal). Se llevarán a cabo también, movimientos de tierra (nivelaciones, excavaciones, cimentaciones, rellenos, etc.) que alterarán

la estructura del suelo. Estas actividades tendrán un impacto adverso moderado, puntual, permanente y mitigable.

La construcción de las instalaciones auxiliares (edificio con oficinas, centros de control, servicios y almacén), el camino de acceso, los carriles de aceleración y desaceleración, así como la subestación elevadora y las quince torres autoportadas de la línea de transmisión, tendrán un efecto permanente sobre la estructura del suelo, puesto que se realizarán acciones como compactación de suelo, construcción de cimentaciones, formación de terraplenes, entre otras. Se evaluó como un impacto adverso, permanente, puntual, bajo y mitigable.

Durante la operación y mantenimiento se contratarán 32 personas (16 permanentes y 16 temporales) durante su estancia, podrían contaminar el suelo por el inadecuado manejo de los residuos sólidos generados. El impacto se evaluó como adverso bajo, puntual, permanente y mitigable.

### **V.3.7. MODIFICACIÓN DEL PATRÓN DE DRENAJE**

La modificación del patrón de drenaje se verá afectada durante las actividades realizadas para el almacenamiento de materiales, que se ubicarán en las instalaciones temporales, porque pueden obstruir el flujo de escurrimientos estacionales. El impacto se evaluó como adverso bajo, puntual, permanente y mitigable.

Durante la etapa de Preparación del Sitio y Construcción, se requiere realizar movimientos de tierras, principalmente las excavaciones y nivelaciones, ambas actividades modificarán el relieve y por lo tanto el patrón de drenaje de los escurrimientos temporales. El impacto se evaluó como adverso bajo, local, permanente y mtigable.

Las instalaciones auxiliares (edificio, almacén de residuos, camino de acceso, carriles de aceleración y desaceleración) y la subestación elevadora, modificarán el patrón de drenaje de los escurrimientos temporales. El impacto se evaluó como adverso bajo, puntual, permanente y mitigable, ya que se contemplan obras de drenaje que garanticen el libre flujo del agua.



### V.3.8. MODIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL AGUA SUPERFICIAL

La contratación de **695 personas**, durante la etapa de preparación del sitio y construcción, podría contaminar a los escurrimientos superficiales, por el inadecuado manejo de los residuos sólidos generados durante su estancia. Se evaluó un impacto adverso, bajo, puntual, temporal y mitigable, ya que se contempla la renta de sanitarios y se contratará a una empresa para su mantenimiento periódico y para que el manejo de los residuos se realice de acuerdo a la normatividad ambiental vigente.

El riesgo de contaminación del suelo por el derrame de gasolina, aceites y grasas, siempre existe cuando se utiliza maquinaria pesada, en caso de no realizar la recuperación del suelo contaminado, durante la temporada de lluvias, los escurrimientos temporales podrían contaminarse. Se evaluó que el impacto que podría presentarse sería adverso, bajo, puntual y permanente, mitigable.

En las instalaciones temporales se tiene contemplado el almacenamiento de diesel, este en caso de que existiera un derrame podría contaminar los escurrimientos temporales. El impacto se evaluó como adverso bajo, puntual, temporal y mitigable.

### V.3.9. DISMINUCIÓN DE LA SUPERFICIE DE RECARGA DEL ACUÍFERO

La península de Yucatán por sus características geológicas, se han formado cenotes, estos son considerados de gran relevancia para la conservación, es por ello que se realizó un levantamiento LIDAR (siglas en inglés de Light Detection And Ranging - detección por luz y distancia), como resultado de este levantamiento se identificó la presencia de una oquedad. La delimitación del área permitirá que se respeten los 50 m establecidos por las disposiciones del Reglamento de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán en materia de cenotes, cuevas y grutas para evitar cualquier afectación. Es por esta razón que la actividad de delimitación generará un impacto benéfico, puntual y permanente sobre la hidrología subterránea.

El área ocupada por las instalaciones auxiliares, así como la subestación elevadora, el camino de acceso y los dos carriles de aceleración y desaceleración ocasionarán una reducción de las superficies de infiltración de forma permanente, sin embargo, la superficie considerada para esta infraestructura es de solo **2.02 ha** que corresponden solo al **0.68%** de la superficie total del Área del Proyecto. El impacto se considera adverso, permanente, mitigable, puntual y bajo.

### V.3.10. MODIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL ACUÍFERO

El riesgo de contaminar o modificar las características fisicoquímicas del acuífero, se presentaría en caso de que hubiera un derrame accidental de combustibles de tal magnitud que pudiese verse afectado. Todo ello dependiendo de factores como la profundidad y el volumen del combustible. El impacto se evaluó como adverso bajo, puntual, temporal y mitigable, mediante el establecimiento de buenas prácticas.

La estancia del personal contratado durante la Operación y Mantenimiento del Proyecto generará residuos sanitarios que de no realizarse cumpliendo con la normatividad ambiental aplicable, podría generar contaminación del acuífero por lo que el impacto se evaluó como adverso, puntual, permanente y mitigable.

### V.3.11. DISMINUCIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL

En el SAR, Área de Influencia y Área del Proyecto, predominan los ecosistemas naturales constituidos por la selva mediana subcaducifolia con diferentes grados de conservación, le siguen los ecosistemas modificados que agrupan a las actividades agropecuarias y finalmente los ecosistemas artificiales representados principalmente por las zonas urbanas y áreas desprovistas de vegetación. El porcentaje por tipo de ecosistema para el SAR, Área de Influencia y Área del Proyecto se puede observar en las siguientes figuras.

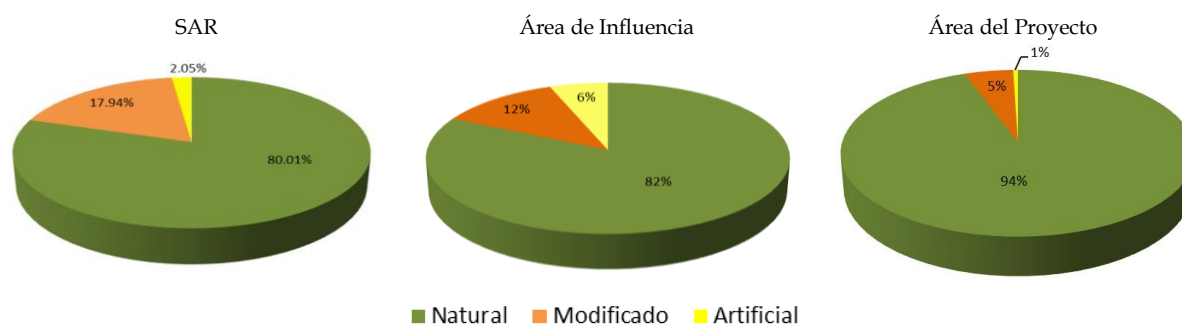


Figura V. 1. Proporción de cobertura vegetal en cada área de estudio.

**Tabla V.21. Superficie por tipo de ecosistema en el SAR, Área de Influencia y Área del Proyecto**

Tipo de ecosistema	Superficie (ha)		
	SAR	Área de Influencia	Área del Proyecto
Natural	115,380	3,070	241.20
Modificado	25,871	451	12.95
Artificial	2,952	216	1.25

El trazo y delimitación de las áreas de trabajo disminuirán la cobertura vegetal, el impacto se evaluó como adverso bajo, puntual, permanente y mitigable.

Para la ejecución del Proyecto, se requiere hacer el desmonte de **206.51 ha** que representan el **80.85%** de la superficie total del Área del Proyecto, este impacto se evaluó como adverso, muy alto debido a que es una selva que se ha mantenido en los últimos 50 años, permanente y mitigable, al destinar áreas de conservación en el Área del Proyecto y la implementación de medidas de compensación y restauración.

El mantenimiento de las instalaciones del Proyecto que se llevará a cabo periódicamente, principalmente en el área de ocupación de los módulos fotovoltaicos y el derecho de vía de la línea de transmisión, y que consiste en la poda para evitar el crecimiento de la vegetación que afecte al funcionamiento de los módulos fotovoltaicos y a evitar que la vegetación arbórea interfiera con el cableado de la línea de transmisión. Esta poda continua de la vegetación no permitirá que la estructura arbórea y arbustiva de la selva mediana subcaducifolia, se recupere. Este impacto se evaluó como adverso, bajo, puntual y permanente y mitigable con medidas de compensación.

### **V.3.12. MODIFICACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES VEGETALES**

La selva mediana subcaducifolia, consta fisonómicamente de un estrato arbóreo con altura promedio que varía de 10 a 15 metros, dependiendo del estado de recuperación de la misma. Otra característica que posee es que entre el 50% y el 70 % de sus árboles pierden las hojas en la época de secas, la cual abarca de enero a mayo, temporada que también puede variar debido a la llegada de frentes fríos secos o húmedos, lo que determina la amplitud de la temporada de secas. Las especies características de este tipo de selva son las más corpulentas de la flora de Yucatán y entre otras están las siguientes: *Acacia pennatula*, *Annona reticulata*, *Bursera simaruba*, *Cochlospermum vitifolium*, *Caesalpinia gaumeri*, *Ceiba spp*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Guazuma ulmifolia*, *Gymnopodium floribundum*, *Harvardia albicans*, *Lysiloma latisiliquum*, *Mimosa bahamensis*, *Metopium brownei*, *Piscidia piscipula*, *Spondias mombin* y *Vitex gaumeri*.

Con base en los trabajos de campo, para la selva mediana subcaducifolia, se obtuvo el registro de 188 especies, distribuidas en 162 géneros que a su vez pertenecen a 52 familias taxonómicas. La familia con mayor número de especies fue Fabaceae con 32 especies, seguida de Rubiaceae con 14 especies, Sapindaceae y Euphorbiaceae con 10 especies respectivamente, Malvaceae y Polygonaceae con 8 especies. Las familias restantes tuvieron 7 especies o menos.

El principal impacto que modificará la distribución y abundancia de las especies vegetales será el desmonte de las **206.51 ha** que representa el **80.85%** de la superficie total del Área del Proyecto. Las especies más afectadas por tener una abundancia relativa más baja serán las más impactadas como son *Vitex gaumeri*, *Melicoccus olivoiformis*, *Thevetia gaumeri*, *Mimosa bahamensis*, *Jatropha curcas*, *Psychotria sp*, *Exostema caribaeum*, *Acacia collinsi*, *Colubrina greggii* y *Helicteres baruensis*, entre otras. El impacto se evaluó como adverso muy alto, local, permanente y mitigable, mediante medidas de compensación y destinando un 17.75% de la superficie del Área del Proyecto a la conservación.

La inadecuada operación de la maquinaria pesada podría invadir zonas fuera del del derecho de vía de la línea de transmisión, afectando a la vegetación de los alrededores por el derribo de individuos en sus primeros estadios de vida (plántulas y juveniles). El impacto se evaluó como adverso, bajo, puntual, temporal y mitigable.

El mantenimiento de las instalaciones del Proyecto que se llevará a cabo periódicamente, principalmente en el área de ocupación de los módulos fotovoltaicos y el derecho de vía de la línea de transmisión, no permitirá el crecimiento de ciertas especies principalmente las arbóreas y arbustivas por lo que afectará la distribución y abundancia de estas especies. El impacto se evaluó adverso, bajo, puntual, permanente y mitigable.

### V.3.13. MODIFICACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES VEGETALES EN ESTATUS DE CONSERVACIÓN

El desmonte de las **206.51 ha** de selva mediana subcaducifolia, es la principal afectación a la distribución y abundancia de especies vegetales en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010, en total son cuatro especies que se enlistan en la siguiente tabla.

**Tabla V.22. Especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010**

Especie	Nombre común	Estatus según la NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Astronium graveolens</i>	Palmito	Amenazada
<i>Zamia lodigessii</i>	Jobillo	Amenazada
<i>Vanilla planifolia</i>	Vainilla	Protección especial
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	Protección especial

El desmonte generará un impacto adverso moderado, local, temporal y mitigable, mediante el rescate y reubicación de las plantas en las áreas de conservación.

Otra actividad que podría generar un impacto sobre estas especies, principalmente la *Vanilla planifolia* es la presencia de los trabajadores que podrían extirparlas para uso ornamental. El impacto se evaluó como adverso bajo, puntual, temporal y mitigable.

La maquinaria pesada podría invadir zonas fuera del del derecho de vía de la línea de transmisión, afectando a la vegetación de los alrededores por el derribo de individuos en sus primeros estadios de vida (plántulas y juveniles) de especies en estatus de conservación. El impacto se evaluó como adverso, bajo, puntual, temporal y mitigable.

### **V.3.14. AFECTACIÓN AL HABITAT DE LAS ESPECIES DE FAUNA SILVESTRE**

El SAR presenta una buena calidad del hábitat para la fauna ya que desde aproximadamente 50 años la mayor parte de su superficie ha mantenido la selva mediana subcaducifolia por lo que actualmente proporciona áreas de refugio, alimentación y de reproducción de al menos 123 especies de vertebrados que fueron registrados durante los trabajos de campo. Cabe destacar sin embargo que esta zona no es considerada como área prioritaria para la conservación ni es un área de importancia para la conservación de las aves de acuerdo con CONABIO.

La presencia de 695 personas podría destruir nidos, madrigueras, etc afectando al hábitat de las especies de fauna silvestre. El impacto se evaluó como adverso bajo, puntual, temporal y mitigable, mediante las pláticas de concientización del personal, así como la vigilancia.

El uso de maquinaria pesada, provoca de manera directa la destrucción de madrigueras y nidos subterráneos de anfibios, reptiles y pequeños mamíferos, sobre todo cuando invade áreas que no se tenía previsto hacer el desmonte. El impacto se evaluó como adverso, bajo, puntual, temporal y mitigable.

El desmonte de **206.51 ha** es la actividad que mayor impacto generará sobre el hábitat de las especies de fauna silvestre y que provocará su desplazamiento hacia otras áreas. El impacto se evaluó como adverso, muy alto, local, permanente y mitigable, destinando áreas de conservación y restauración de las áreas de afectación temporal.

El mantenimiento de las instalaciones del Proyecto que se llevará a cabo periódicamente, principalmente en el área de ocupación de los módulos fotovoltaicos y el derecho de vía de la línea de transmisión, no permitirá el crecimiento de ciertas especies principalmente las arbóreas y arbustivas por lo que afectará al hábitat de las especies de fauna que utilizan estas especies. El impacto se evaluó como adverso, bajo, puntual, permanente y mitigable.

### V.3.15. MODIFICACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES DE ANFIBIOS Y REPTILES

La estancia de los trabajadores, podría perturbar a la fauna, es frecuente que el personal se sienta amenazado por serpientes y víboras, lo cual podría resultar en su eliminación, independientemente de que sean o no venenosas, modificando así la distribución y la abundancia de estos reptiles, algunas de las especies que podrían ser afectadas son: *Ficimia publia* (culebra naricilla manchada) y *Ninia sebae* (culebra de cafetal). Adicionalmente el personal originario de la zona puede extraer ilegalmente ciertas especies de fauna carismáticas para uso personal (mascota, alimento o uso de piel) o comercial. El impacto se evaluó como adverso, bajo, temporal, temporal, local y mitigable, ya que se implementarán pláticas de concientización y se colocarán letreros indicando la prohibición de cazar o molestar a la fauna silvestre.

El uso de maquinaria y equipo, así como el transporte de insumos y materiales incrementan el riesgo de atropellamiento de algunas especies, particularmente las de más lento desplazamiento. Se evaluó el impacto como adverso bajo, temporal, local y mitigable, mediante la implementación del Subprograma de rescate de fauna silvestre, así como el control de la velocidad de los vehículos.

La operación del camino de acceso también contribuirá a incrementar el riesgo de atropellamiento de las especies de lento desplazamiento, como los anfibios y reptiles, pero este será de menor magnitud, debido a que en la etapa de operación y mantenimiento del Proyecto el número de vehículos será significativamente menor que durante la construcción. Se evaluó como un impacto adverso bajo, puntual, permanente y mitigable, mediante el control de la velocidad de los vehículos.

El grupo de los anfibios se verán afectados por el desmonte de **206.51 ha**, ya que habrá una mayor insolación que les provoca deshidratación, además de que tienen una movilidad baja al igual que los reptiles. El impacto se evaluó como adverso muy alto, local, permanente y mitigable mediante la implementación del Subprograma de rescate y reubicación de la fauna silvestre. Entre las especies que podrían ser más afectadas son las de menor abundancia, como las que se enlistan en la siguiente tabla.

**Tabla V.23. Especies de anfibios y reptiles con menor abndancia en el Área del Proyecto**

Especie	Nombre común	Especie	Nombre común
<i>Terrapene yucatana</i>	Tortuga de caja yucataná	<i>Aspidoscelis agusticeps</i>	Huico yucateco
<i>Thecadactylus rapicauda</i>	Geco cola de nabo	<i>Dipsas brevifacies</i>	Culebra caracolera
<i>Laemantus serratus</i>	Lemacto coronado	<i>Ficimia publia</i>	Culebra naricilla manchada
<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana espinosa rayada	<i>Imantodes tenuissimus</i>	Culebra cordelilla yucateca

Durante la operación y mantenimiento del Proyecto se contratarán 32 personas, de las cuáles 16 será de forma permanente y 12 temporales, estos trabajadores podrían eliminar algunas especies de reptiles, particularmente víboras y serpientes que podrían encontrarse durante el control del crecimiento de la vegetación. La estancia del personal podría generar un impacto adverso, bajo, puntual y permanente sobre las especies de reptiles y mitigable mediante las pláticas de concientización.

### V.3.16. MODIFICACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES DE AVES

En el Área del Proyecto se registraron 78 especies de aves, distribuidas en 29 familias y 12 órdenes. A diferencia de los otros grupos de vertebrados, las aves tienen una alta movilidad por lo que serán las menos afectadas por el proyecto.

La estancia de los trabajadores podría molestar a las aves o intentar atraparlas para usarlas como mascota. El impacto se evaluó como adverso, bajo, puntual, temporal y mitigable. El desmonte de **206.51 ha** de selva mediana subcaducifolia, tendría efectos negativos sobre las aves, por la pérdida de nidos y sitios de percha y alimentación en el estrato arbóreo y arbustivo. Se evaluó un impacto adverso moderado, permanente, local y mitigable. Las especies más afectadas serán las que presenten menor abundancia, como las que se enlistan en la siguiente tabla.

**Tabla V.24. Especies de aves menos abundantes y más susceptibles a ser afectadas**

Espece	Nombre común	Espece	Nombre común
<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca común
<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada
<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero pico plata	<i>Piaya cayana</i>	Cuclillo canela
<i>Dromococcyx phasianellus</i>	Cuclillo faisán	<i>Platyrinchus cancrinus</i>	mosquero pico chato
<i>Euphonia hirundinacea</i>	Eufonia garganta-amarilla	<i>Poliophtila plumbea</i>	Perlita azul-gris
<i>Granatellus sallaei</i>	Granatelo yucateco	<i>Tityra semifasciata</i>	Titira enmascarada
<i>Leptodon cayanensis</i>	Gavilán cabeza gris	<i>Trogon caligatus</i>	Trogon violáceo
<i>Myiarchus yucatanensis</i>	Papamoscas yucateco	<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero
<i>Oncostoma cinereigulare</i>	Mosquero pico curvo	--	--

La operación de la línea de transmisión podría afectar a las aves al incrementar el riesgo de electrocución y colisiones de aves con los cables de alta tensión y con las estructuras metálicas de las torres de alta tensión, sin embargo, debido a que la línea solo tendrá una longitud de 4.69 km y a que no existen áreas de alimentación y de descanso importantes como un cuerpo de agua o zonas con vegetación baja donde las especies de rapaces o carroñeras cazan. El impacto se evaluó como adverso bajo, puntual, permanente y mitigable.

### V.3.17. MODIFICACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES DE MAMÍFEROS

En el Área del Proyecto, se registraron 24 especies de mamíferos, distribuidas en 16 familias y 8 órdenes. En general, los mamíferos se mueven con facilidad ante la presencia humana y se desplazan de la zona.

La presencia de trabajadores podría afectar a este grupo por cacería ilegal algunas de las más afectadas serían por ejemplo el venado *Odocoileus virginianus*. El impacto se evaluó como adverso bajo, puntual, temporal y mitigable mediante la implementación periódica de pláticas de concientización a los trabajadores y vigilancia.

El desmonte es la actividad que mayor impacto generará sobre la distribución y abundancia de las especies de fauna silvestre por la pérdida de hábitat, áreas de alimentación y refugio. Las especies que se verán más afectadas son aquellas de lento desplazamiento, arborícolas y de baja densidad. El impacto se evaluó como adverso muy alto, local, permanente y mitigable, mediante el rescate y reubicación de las especies y destinar áreas de conservación. Las especies de murciélagos, será el grupo de mamíferos menos afectados debido a su alta movilidad, pero perderán áreas de alimentación.

### V.3.18. MODIFICACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES DE DE FAUNA SILVESTRE EN ESTATUS DE CONSERVACIÓN

Las especies verificadas durante los trabajos de campo que se encuentran bajo algún estatus son 26 según la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuáles, 21 se encuentran en la categoría de protección especial, 4 amenazadas y dos en peligro de extinción. Del total de especies en estatus ocho son anfibios y reptiles, trece son aves y cinco mamíferos. En la siguiente tabla se presenta el listado de las especies.

**Tabla V.25. Especies de fauna en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010**

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus de conservación
<b>Anfibios y reptiles</b>				
Anura	Hylidae	<i>Triprrion petasatus</i>	Rana de árbol yucateca	Protección especial
Squamata	Colubridae	<i>Dipsas brevifacies</i>	Culebra caracolera	
		<i>Imantodes tenuissimus</i>	Culebra cordelilla yucateca	
	Corytophanidae	<i>Laemantus serratus</i>	Lemacto coronado	
	Eublepharidae	<i>Coleonyx elegans</i>	Cuija yucateca	
	Gekkonidae	<i>Thecadactylus rapicauda</i>	Geco cola de nabo	
	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana espinosa rayada	Amenazada
Testudines	Emydidae	<i>Terrapene yucatanana</i>	Tortuga de caja yucatanana	Protección especial



Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus de conservación
<b>Aves</b>				
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	Tinamú canelo	Protección especial
	Odontophoridae	<i>Dactylortyx thoracicus</i>	Codorniz silbadora	
	Phasianidae	<i>Meleagris ocellata</i>	Pavo ocelado	Amenazada
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Leptodon cayanensis</i>	Gavilán cabeza gris	Protección especial
		<i>Buteogallus urubitinga</i>	Aguililla negra mayor	
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio	
		<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	
		<i>Amazona xantholora</i>	Loro yucateco	
Passeriformes	Furnariidae	<i>Dendrocincla anabatina</i>	Trepatroncos sepia	Protección especial
	Tyrannidae	<i>Platyrinchus canrominus</i>	Mosquero pico chato	
	Vireonidae	<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	
	Poliopitidae	<i>Poliopitila plumbea</i>	Perlita tropical	
	Mimidae	<i>Melanoptila glabrirostris</i>	Mauillador negro	
	Thraupidae	<i>Eucometis penicillata</i>	Tangara cabeza gris	
<b>Mamíferos</b>				
Carnivora	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	Peligro de extinción
	Procyonidae	<i>Potos flavus</i>	Mico de noche, martucha	Protección especial
Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero, brazo fuerte	Peligro de extinción
Rodentia	Erethizontidae	<i>Coendou mexicanus</i>	Puerco espín tropical	Amenazada
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Mimon cozumelae</i>	Murciélago-lanza grande	

El desmonte afectará a todas las especies de fauna en estatus de conservación registradas, debido al desmonte que provocará la pérdida de hábitat, áreas de refugio, zonas de alimentación y reproducción.

La rana de árbol yucateca *Triprion petasatus* será una de las especies en estatus más afectada debido a que requiere lugares con mucha humedad y es común encontrarla en pequeños estanques temporales rodeados de vegetación durante la época de lluvia. Las especies *Dipsas brevifacies* (culebra caracolera), *Imantodes tenuissimus* (Culebra cordelilla yucateca), *Thecadactylus rapicauda* (geco cola de nabo) se verán afectadas debido a que son especies arborícolas.

Las aves, serán el grupo menos afectado debido a su alta movilidad, aunque el desmonte de 206.51 has, se traducirá en la pérdida de área de descanso, percha, alimentación y sitios de reproducción.

Las especies de mamíferos como el *Coendou mexicanus* (puerco espín tropical), *Tamandua mexicana* (oso hormiguero, brazo fuerte) y el *Leopardus pardalis* (ocelote), la reducción de su hábitat puede afectar su rango de distribución, ya que estas especies prefieren sitios con baja perturbación antrópica y vegetación con mediano grado de conservación, el *Potos flavus* (miico de noche, martucha), es más resistente debido a que puede distribuirse en zonas menos conservadas.

Considerando lo anterior, el impacto por el desmonte sobre las especies en fauna en estatus de conservación se evaluó como adverso, muy alto, local, permanente por la pérdida de hábitat y mitigable, mediante la reubicación de las especies y destinando áreas para la conservación.

La estancia de los trabajadores, podría perturbar a la fauna, es frecuente que el personal se sienta amenazado por serpientes y víboras, lo cual podría resultar en su eliminación, al menos se registraron dos especies de culebras: *Dipsas brevifacies* (culebra caracolera) e *Imantodes tenuissimus* (culebra cordelilla yucateca). Adicionalmente el personal originario de la zona puede extraer ilegalmente ciertas especies de fauna carismáticas para uso personal (mascota, alimento o uso de piel) o comercial. El impacto se evaluó como adverso bajo, puntual, temporal y mitigable mediante la vigilancia y las pláticas de concientización sobre la importancia de la conservación de estas especies.

El uso de maquinaria y equipo, así como el transporte de insumos y materiales incrementan el riesgo de atropellamiento de algunas especies, particularmente las de más lento desplazamiento, algunas de las cuáles están dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se evaluó el impacto como adverso bajo, temporal, local y mitigable, mediante la implementación del Subprograma de rescate de fauna silvestre, así como el control de la velocidad de los vehículos.

La operación del camino de acceso y los carriles, también contribuirán a incrementar el riesgo de atropellamiento de las especies de lento desplazamiento que se encuentran en estatus de conservación, pero este será de menor magnitud, debido a que en la etapa de operación y mantenimiento del Proyecto el número de viajes será significativamente menor que durante la construcción. Se evaluó como un impacto adverso bajo, puntual, permanente y mitigable, mediante el control de la velocidad de los vehículos.

### **V.3.19. DISMINUCIÓN DE LA CALIDAD DEL PAISAJE**

Durante la preparación del sitio y construcción habrá impactos al paisaje por la presencia de maquinaria y equipo, materiales e insumos los cuales serán de carácter temporal. Se evaluó que estas actividades tendrán un impacto adverso, bajo, puntual, temporal y mitigable, ya que una vez que termine la etapa de construcción todos estos elementos serán retirados.

El desmonte así como la introducción de elementos artificiales como los paneles fotovoltaicos, el edificio, el camino de acceso, los carriles de aceleración y desaceleración, el almacén de residuos, la subestación elevadora y las torres autosoportadas y los cables, serán las principales actividades que disminuirán la calidad de paisaje de forma permanente, aunque esto no será significativo debido a que las instalaciones estarán rodeadas de la selva mediana subcaducifolia que evitará que sea visible desde la carretera o cualquier otro punto. El impacto se evaluó como adverso moderado, local y permanente, mitigable mediante la conservación de áreas dentro del Área del Proyecto.

### **V.3.20. INCREMENTO DE LA CALIDAD DE VIDA**

Se arrendarán los terrenos en donde se instalará el Proyecto esto tendrá un impacto benéfico moderado, puntual, permanente al menos durante 30 años de la vida útil del proyecto sobre la calidad de vida de los propietarios y sus familias.

Considerando que el Proyecto se realiza en áreas en donde predomina la marginación alta y muy alta, la generación de 695 empleos directos durante la etapa de preparación del sitio y construcción tendrá un impacto benéfico, moderado, local y temporal, sobre la calidad de vida de los trabajadores y sus familias.

Los 32 empleos que se generarán durante la etapa de operación y mantenimiento tendrán un impacto benéfico, bajo, puntual y permanente, sobre la calidad de vida de los trabajadores contratados y sus familias.

La operación del Proyecto al proporcionar energía a través de fuentes renovables, evitando la emisión de gases de combustión que afectan la calidad del aire y al cambio climático, así como el fortalecimiento de la infraestructura eléctrica la calidad de vida de las personas se verá beneficiada. El impacto se evaluó como benéfico, muy alto, regional y permanente, al menos durante los 30 años de vida útil del proyecto.

### **V.3.21. INCREMENTO DEL FLUJO VEHICULAR**

La operación del equipo y maquinaria, así como el tránsito de los camiones generara ruido que podría molestar a las personas de las localidades cercanas. El impacto se evaluó como adverso bajo, local, temporal y mitigable, dando mantenimiento periódico a la maquinaria y vehículos y trabajando únicamente en el horario diurno.

Durante la preparación del sitio y construcción transitarán aproximadamente 4,621 vehículos, si estos llegan a transitar en las calles de las localidades cercanas, Valladolid, Ebtún o Cuncunul podrían afectar a la calidad de vida de las personas por obstruir sus calles. Se evaluó el impacto como adverso, bajo, puntual, temporal y mitigable. Se prohibirá hacer uso de las calles de las localidades solo se utilizará como vía de acceso al Proyecto la carretera 180 Mérida-Valladolid

### **V.3.22. AFECTACIÓN DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS**

El Proyecto disminuirá la superficie dedicada a las actividades agrícolas, sin embargo, esto será en aproximadamente 12.5 hectáreas. El impacto se evaluó como adverso bajo, puntual, permanente y mitigable.

Otra actividad productiva que se verá impactada será la apicultura, primero porque en el Área del Proyecto se localiza un apiario con 20 colmenas y segundo por el desmonte 206.51 has ya que esto disminuirá la distribución y abundancia de las especies melíferas como el Tzitzilche (*Gymnopodium floribundum*). El impacto se evaluó como adverso moderado, local, permanente y mitigable, destinando áreas de conservación y permitir el crecimiento de herbáceas como el tajonal (*Viguiera dentata*) y el Tzitzilche (*Gymnopodium floribundum*) en los bordes de las vialidades internas.

La economía local se verá beneficiada no solo por los empleos directos que serán generados, 695 durante la etapa de preparación del sitio y construcción, sino también por la compra de insumos, materiales y servicios que se requerirán durante la construcción y en menor grado durante la operación y mantenimiento del Proyecto. Se evaluó el impacto como benéfico, moderado, local y temporal.

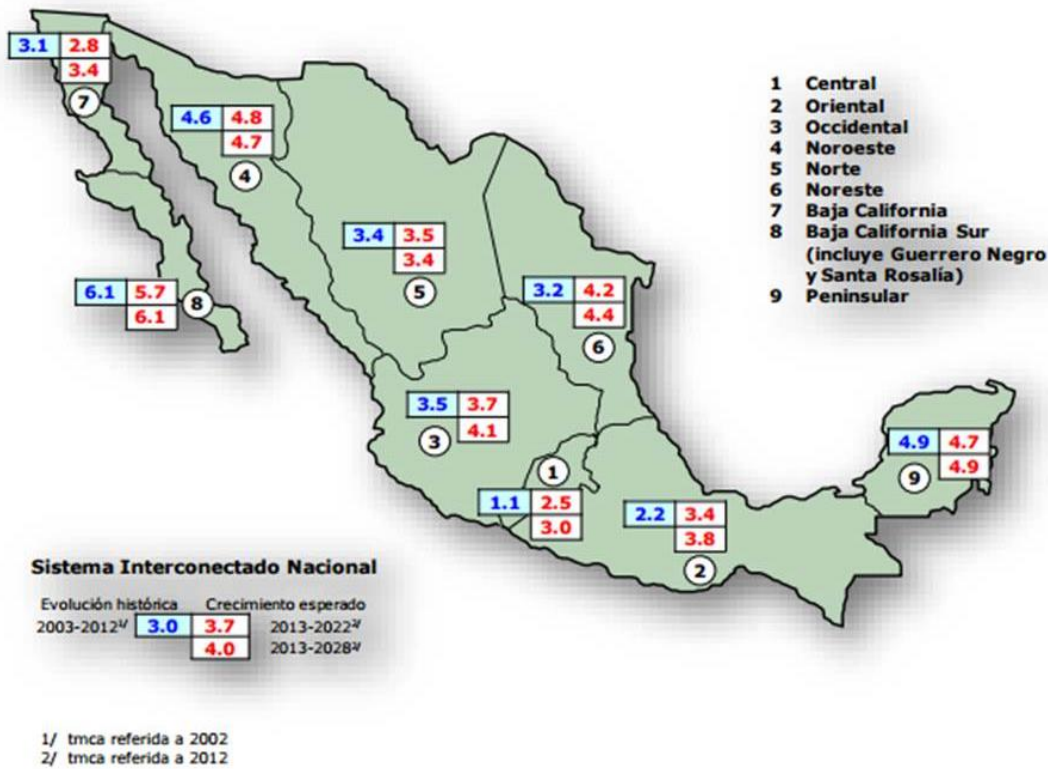
### **V.3.23. AFECTACIONES A LA INFRAESTRUCTURA VIAL**

Durante la preparación del sitio y construcción se realizarán 4,621 viajes. La afectación a la infraestructura vial, es por el incremento del flujo de vehículos durante la etapa de preparación del sitio para el transporte de material vegetal producto del desmonte fuera del Área del Proyecto y en la construcción por el transporte de los insumos y materiales que se requieren. El impacto se evaluó como adverso, bajo, temporal y mitigable mediante la implementación de un plan de tráfico vehicular, en donde se establecerán básicamente horarios y rutas.

La construcción y operación del camino de acceso así como los dos carriles de aceleración y desaceleración, permitirán el flujo continuo de los vehículos que transportan los materiales e insumos, evitando que se obstruyan carriles en la Carretera Federal No.180 Mérida Valladolid, es por esta razón que se evaluó un impacto benéfico moderado y permanente.

### **V.3.24. FORTALECIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA**

El Sistema Eléctrico Nacional está dividido en nueve zonas, el Proyecto se localiza en la Zona 9 Peninsular, la cual ha tenido una tasa de crecimiento de demanda de energía anual del 4.9% en el periodo del 2002-2013, esta tasa de crecimiento está por arriba de cualquiera de las otras zonas y se espera que este escenario se mantenga hasta el 2028. (Programa de Inversiones del Sector Eléctrico 2014-2028).



Fuente: Comisión Federal de Electricidad. Programa de Inversiones Eléctricas 2014-2028.

Figura V. 2. Crecimiento medio anual de la demanda máxima bruta por área en %

Actualmente, las actividades energéticas tienen una importante contribución a la emisión de gases efecto invernadero, por ejemplo, en Yucatán la totalidad de la electricidad generada utiliza tecnología de consumo de combustibles fósiles. (SEDUMA, 2013). En el SAR, la generación eléctrica la realizan dos centrales de ciclo combinado Felipe Carrillo Puerto y Valladolid III ubicadas en el municipio de Valladolid

De acuerdo al Programa Especial de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Yucatán, es necesario impulsar tecnologías para la generación de energía que no dependan de la utilización de combustibles de origen fósil, por ejemplo, las energías renovables. Actualmente en el SAR no existen parques solares fotovoltaicos operando, a pesar de ser un área con alta radiación solar.

Considerando lo anterior, con la operación del Proyecto se contribuirá a fortalecer la infraestructura eléctrica a partir de fuentes de energía renovables y cero emisiones de gases de efecto invernadero. El Proyecto tendrá una producción anual de energía superior a 176,475 MWh y una producción específica anual de aproximadamente 1,916 kWh/kWp/año, esto contribuirá a incrementar y fortalecer la infraestructura eléctrica de la Península de Yucatán. El impacto se evaluó como benéfico, muy alto, regional y permanente.

## V.4. IMPACTOS RESIDUALES

De acuerdo a lo establecido en el Artículo 3º fracción X del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de Evaluación del Impacto Ambiental; define como impacto residual: *“El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación”*. El desmonte de **206.51 ha** será un impacto residual del Proyecto. Ya que el derribo de vegetación con más de 50 años de conservación podrá verse afectada en consideración a que muchos de ellos tardan en tener una considerable recuperación y llegar al equilibrio ecológico, donde tendrá la capacidad de carga para las diversas especies que se desarrollan e interactúan en el medio.

## V.5. IMPACTOS ACUMULATIVOS

De acuerdo al análisis realizado, los impactos acumulativos más importantes se refieren a la disminución de la cobertura vegetal y las implicaciones que tiene sobre la distribución y abundancia tanto de las especies vegetales como animales, además de las especies en estatus de conservación, estos impactos se suman a la fragmentación y disminución que actualmente presenta la selva mediana subcaducifolia.

Otro impacto acumulativo es la modificación del paisaje, con la ejecución del Proyecto se disminuirá el paisaje natural que actualmente predomina, para incrementarse los elementos artificiales como son las líneas de transmisión, el parque fotovoltaico, el camino de acceso, los carriles de aceleración y desaceleración, que se sumarán a las líneas de transmisión existentes, así como a las vías de comunicación (carreteras, caminos y terracerías).

## V.6. CONCLUSIONES

El Proyecto tendrá un impacto sobre los factores abióticos (calidad del aire, ruido, características fisicoquímicas del suelo modificación del patrón de drenaje, afectación a la calidad del agua etc) adversos bajos, en su mayoría temporales y mitigables. Estos se presentarán principalmente durante la etapa de Preparación del Sitio y Construcción.

El desmonte será la actividad que principalmente afectará a la vegetación, ya que consiste en la eliminación total de la cubierta vegetal, Esto además de afectar a la distribución de las especies vegetales y tendrá un impacto sobre el hábitat de la fauna.

El paisaje del SAR se verá afectado por la introducción de elementos artificiales, así como por la disminución de la cobertura vegetal.

Por otro lado, en el Municipio de Valladolid, donde se instalará el Proyecto, se carece de fuentes de empleo seguras y diversificadas, por lo cual el Proyecto representará un apoyo en la creación de empleos formales, pues se estima que durante la Preparación del Sitio y Construcción se generarán 695 personas empleadas. En la etapa de Operación y Mantenimiento se ha contemplado la contratación de 32 personas. Esto contribuirá a mejorar la calidad de vida de los trabajadores y sus familias.

Otras actividades que tendrán un impacto benéfico en la economía local serán por la adquisición y transporte de insumos para la construcción obtenidos en casas de materiales de las localidades cercanas.

Con la operación y mantenimiento del Proyecto se aprovechará la energía solar, contribuyendo con el aumento de la capacidad instalada a nivel nacional de la generación de energía eléctrica renovable con el fin de satisfacer la creciente demanda energética de México. Además, contribuirá con las metas planteadas en el Plan Nacional de Desarrollo (2013-2018), así como con el Programa Especial contra el Cambio Climático (2014-2018), y con el Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables (2014-2018).

El Proyecto resultó ganador, en la primera subasta de energía de largo plazo promovida por el CENACE y por la SENER en marzo de 2016 y podrá vender los megawatts-hora producidos y certificados de energía limpia al suministrador básico (CFE). Por esta razón, es de interés nacional que se lleve a cabo. Y por otra parte su ejecución se llevará a cabo con las mejores técnicas para cumplir con las disposiciones ambientales correspondientes haciendo factible su realización y operación.

# **CAPÍTULO VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCION Y MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL**

## **CONTENIDO**

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCION Y MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.....	1
VI.1. Programa de manejo ambiental.....	1
VI.2. Seguimiento de control y monitoreo.....	21
VI.3. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas .....	21

## **TABLAS**

Tabla VI. 1. Tipos de medidas de mitigación. ....	1
Tabla VI. 2. Subprogramas que integran el Programa de Manejo Ambiental. ....	2
Tabla VI. 3. Medidas de prevención, mitigación y/o compensación por factor ambiental afectado. ....	3
Tabla VI. 4. Estimación de costos de los subprogramas que integran el Programa de Manejo Ambiental. ....	22

## **FIGURAS**

Figura VI. 1. Distribución de las medidas de mitigación.....	20
--	----



## VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

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. En la siguiente tabla se describen los diferentes tipos de medidas de mitigación.

**Tabla VI. 1. Tipos de medidas de mitigación.**

Tipo de de medida	Objetivo	Tiempo de implementación
Prevención	Realizar actividades preventivas o evitar realizar acciones que puedan resultar en impactos negativos sobre los componentes ambientales.	Anterior a la ejecución de la actividad que puede generar el impacto.
Mitigación	Minimizar el grado, la extensión, magnitud o duración del impacto negativo sobre algún componente ambiental	Anterior, durante y posterior a la ejecución de la actividad que genera el impacto.
Control	Asegurar el cumplimiento de las acciones para prevenir o minimizar los impactos sobre algún componente ambiental.	Durante la ejecución de la actividad y posterior a ella, hasta lograr el objetivo.
Compensación o Restauración	Compensar o restaurar los impactos negativos a través de acciones enfocadas a la remediación de algún componente ambiental afectado por las actividades propias del proyecto	Posterior a la ejecución de la actividad que genera el impacto, con el fin de restituir en lo posible las condiciones originales.

En el presente capítulo se incluye la aplicación del Programa de Manejo Ambiental y subprogramas que incluyen las medidas de mitigación para minimizar los impactos adversos identificados y que podrían presentarse durante las diversas etapas del Proyecto.

### VI.1. PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL

El Programa de Manejo Ambiental es una herramienta básica cuyo propósito final es cumplir con las medidas propuestas para prevenir, minimizar, compensar o restaurar los impactos que potencialmente podría generar el Proyecto en sus diferentes etapas de ejecución, así como garantizar el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente aplicable.

El Programa de Manejo Ambiental contempla los siguientes subprogramas a fin de hacer que el Proyecto sea ambientalmente factible.

**Tabla VI. 2.Subprogramas que integran el Programa de Manejo Ambiental.**

Subprograma	Objetivo
Calidad del aire y ruido	Prevenir y minimizar la dispersión de partículas y emisiones de GEI derivados de la combustión los cuales disminuyen la calidad del aire. Prevenir y minimizar las emisiones de ruido.
Conservación de la estructura y características bioquímicas y fisicoquímicas del suelo.	Garantizar que los suelos no serán contaminados por malas prácticas (derrames de grasas, aceites y combustibles, etc.).
Manejo de residuos sólidos	Minimizar la generación de residuos sólidos, así como asegurar el manejo adecuado que incluye, separación, reúso, almacenamiento y disposición final para evitar la contaminación del suelo y agua.
Manejo de residuos peligrosos	Minimizar la generación de residuos peligrosos, así como asegurar el manejo adecuado que incluye, separación, reúso, almacenamiento y disposición final para evitar la contaminación del suelo y agua cumpliendo con la normatividad ambiental vigente y aplicable al Proyecto.
Manejo sustentable del agua y conservación de la calidad	Garantizar el uso sustentable del agua y realizar el manejo de las aguas residuales de acuerdo a la normatividad ambiental vigente.
Conservación de flora y fauna silvestre	Compensar la disminución de la cobertura vegetal y mitigar los efectos negativos sobre las especies de fauna y flora existentes, poniendo especial énfasis aquellas especies relevantes para la conservación.
Educación Ambiental	Concientizar por medio de capacitación a los trabajadores sobre la importancia de la conservación de los recursos naturales, agua, suelo, aire, flora y fauna.

En los subprogramas planteados se establecen medidas de mitigación para cada uno de los impactos ambientales identificados y evaluados en el capítulo anterior, las medidas de mitigación se clasifican de acuerdo a su objetivo y tiempo de implementación, en medidas de prevención, mitigación, control y restauración, en la siguiente tabla se describen los objetivos de cada una y su implementación.

Cabe destacar que algunas medidas de mitigación son aplicables para prevenir, minimizar o compensar diferentes impactos, así por ejemplo el mantenimiento de la maquinaria y equipo utilizado permite minimizar el riesgo de contaminación del suelo, agua además de que contribuye a minimizar la disminución de la calidad del aire y acústica.

**Tabla VI. 3. Medidas de prevención, mitigación y/o compensación por factor ambiental afectado.**

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de aplicación
<b>Subprograma de calidad del aire y acústica</b>				
<i><b>Medidas de prevención y control</b></i>				
Modificación del microclima	Solo se harán los desmontes en las áreas previamente delimitadas, por ningún motivo se realizarán fuera de estas.	Superficie (ha)	Se realizarán inspecciones periódicas para garantizar que no se afectan áreas adicionales.  El indicador no deberá superar la superficie delimitada para el Área del Proyecto	Preparación del Sitio y Construcción
Modificación de la calidad del aire	Se hará un inventario de los vehículos y maquinaria que se utilizarán durante la etapa de Preparación del Sitio y Construcción, se llevará un registro del mantenimiento recibido a fin de garantizar que se encuentran en buen estado.	No. de mantenimientos vehiculares programados/ No. de mantenimientos vehiculares realizados	Bitácora del equipo y maquinaria usada, tipo de mantenimiento realizado y fecha de ejecución	
	Los equipos utilizados en las diferentes etapas de construcción de la obra considerarán las recomendaciones del fabricante, a fin de garantizar su funcionamiento óptimo.	Cumplimiento No cumplimiento		
	Para minimizar la emisión de polvos generados por el tránsito de vehículos se establecerán velocidades máximas permisibles en los caminos de terracería.	No. de señalizaciones	Se realizarán inspecciones periódicas y registro de los puntos de ubicación de las señalizaciones y anexo fotográfico.	
	Los camiones que transporten material granular serán cubiertos con lonas para evitar la dispersión de partículas.	Camiones que trasportan material granular con lona/ Total de camiones que trasporten material granular	Bitácora de registro de camiones que transportan material granular	

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de aplicación
Modificación de la calidad del aire	Se realizará el riego periódico de las áreas desmontadas para disminuir las fuentes de emisión de polvos, cuando se requiera particularmente durante la temporada de secas.	Días con riego programado	Programa de riegos y reportes de cumplimiento.	Preparación del Sitio y Construcción
	Por ningún motivo se quemarán los residuos sólidos incluyendo los residuos vegetales producto del desmonte, sólidos y/o peligrosos, como cartón, mecate, embalajes, estopas, guantes, trapos, etc; y materiales impregnados con grasa, solventes y/o aceites generados; los mismos serán manejados conforme a la normatividad vigente.	Cumplimiento No cumplimiento	Bitácora de registro de disposición final de todos los residuos generados durante la etapa de Construcción del Proyecto. Se hará un archivo con los comprobantes correspondientes.	
Modificación de la calidad acústica	Mantenimiento periódico del equipo y maquinaria y cumplirán con lo estipulado en la NOM-080-SEMARNAT-1994.	No. de mantenimientos vehiculares programados/ No. de mantenimientos vehiculares realizados	Bitácora del equipo y maquinaria usada, tipo de mantenimiento realizado y fecha de ejecución	Preparación del Sitio y Construcción
	Se trabajará solo en horarios diurnos.	Cumplimiento No cumplimiento	Bitácora de registro de entrada de los trabajadores	
<b>Conservación de la estructura y características fisicoquímicas del suelo</b>				
<b><i>Medidas de prevención y control:</i></b>				
Pérdida del suelo fértil	Se delimitarán previamente las áreas en donde se llevarán a cabo las obras de desmonte y despalme. Por ningún motivo se realizarán estas actividades fuera de las áreas delimitadas. La delimitación física de estas áreas se deberá realizar antes del desmonte.	Superficie (ha)	Se realizarán inspecciones periódicas para garantizar que no se afectan áreas adicionales.	Preparación del Sitio y Construcción

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de aplicación
Pérdida del suelo fértil	<p>Se llevará a cabo la recuperación del suelo fértil en las áreas de afectación temporal y en aquellas áreas en donde sea factible su recuperación. No se recuperará el suelo en los sitios en donde se tengan afloramientos rocosos. Este suelo no se mezclará con el suelo inerte subyacente y se colocará en una superficie previamente establecida, protegiéndolo de la erosión.</p> <p>Este suelo será utilizado posteriormente para la revegetación en las áreas de afectación temporal.</p>	Cumplimiento No cumplimiento	Se realizarán inspecciones y se registrará en bitácoras e informes. Evidencia Fotográfica	Preparación del Sitio y Construcción
Modificación de la topografía	Solo se harán nivelaciones y rellenos en las áreas previamente delimitadas, por ningún motivo se realizarán fuera de las áreas delimitadas previamente.	Superficie (ha)	Se realizarán inspecciones y se registrará en bitácoras e informes. Evidencia Fotográfica	Preparación del Sitio y Construcción
<b><u>Medidas de prevención y control</u></b>				
Contaminación del suelo	Para minimizar el riesgo de contaminación del suelo por la operación del equipo y maquinaria se realizará mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria que se utilice a fin de garantizar que se encuentre en las mejores condiciones mecánicas posibles. Con ello se minimizarán los derrames al suelo.	No. de mantenimientos vehiculares programados/ No. de mantenimientos vehiculares realizados	Bitácora del equipo y maquinaria usada, tipo de mantenimiento realizado y fecha de ejecución	Preparación del Sitio y Construcción
	Los camiones que realizan la carga de combustible deberán contar con un kit de contención de derrames que al menos debe incluir una lona impermeable, charolas de contención y embudos para hacer los cambios del líquido y material absorbente para hidrocarburos.	No. de camiones con Kit Antiderrames/No. de camiones Totales funcionales	Bitácora de registro de camiones con el kit de contención de derrames	

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de aplicación
Contaminación del suelo	<p>En el área de almacenamiento de combustibles se llevará a cabo lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se recuperará el suelo fértil y se colocará una trampa de grava y arena. Esta actividad también se llevará a cabo en el área de estacionamiento de la maquinaria.</li> <li>- Se contará con un Kit anti-derrames constituido por paños absorbentes, arena para derrames, guantes de hule, bolsas de hule.</li> <li>- El área de almacenamiento será delimitada identificando claramente la entrada y salida.</li> <li>- Se identificarán los tanques de almacenamiento con rombos de seguridad y capacidad de llenado.</li> <li>- El área de almacenamiento contará con extintor industrial de polvo químico seco, con una capacidad de 50 kg y arenero.</li> </ul>	Cumplimiento No cumplimiento	Se realizarán inspecciones y se registrará en bitácoras e informes. Evidencia Fotográfica	Preparación del Sitio y Construcción
<b><i>Medidas de restauración</i></b>				
Pérdida del suelo fértil	Una vez terminada la etapa de construcción se inducirá el crecimiento de la vegetación herbácea y arbustiva en los bordes de las vialidades internas a fin de minimizar la pérdida de suelo por erosión.	Superficie desmontada/superficie con vegetación herbácea y arbustiva (ha)	Recorrido al término de la construcción del Proyecto. Evidencia fotográfica.	Preparación del Sitio y Construcción

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de aplicación
Contaminación del suelo	En caso de que exista un derrame de combustible o cualquier otra sustancia sobre el suelo, éste será recuperado y dispuesto como un residuo peligroso en sitios autorizados, cumpliendo con lo establecido en la normatividad vigente.	No. de incidentes ocurridos/Número de incidentes atendidos	Se registrará en bitácora las inspecciones realizadas y en su caso se registrará cualquier incidente	
<b>Subprograma Manejo de Residuos Sólidos</b>				
<i><u>Medidas de prevención y control</u></i>				
Contaminación del suelo	Para controlar los residuos sanitarios se contratarán baños portátiles con lavabo, uno por cada venticinco trabajadores, se contratará una empresa para su mantenimiento periódico y la disposición de los residuos lo realizará en un sitio autorizado.	No. de sanitarios/No. de trabajadores	Bitácora del registro de sanitarios contratados	Preparación del Sitio y Construcción
	Se contratará una empresa para el mantenimiento periódico de los residuos sanitarios y para el traslado y la disposición final en un sitio autorizado.	No. de mantenimientos programados/ No. de mantenimientos realizados	Bitácora del registro de los mantenimientos realizados acompañado con el archivo con los comprobantes de disposición final.	

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de aplicación
Contaminación del suelo	<p>El conjunto de residuos generados será recolectado diariamente de las áreas de trabajo y almacenado temporalmente para su posterior transporte hasta los sitios de disposición final, autorizado por el municipio correspondiente.</p> <p>El manejo de los residuos sólidos se llevará a cabo de la siguiente forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los almacenes temporales cumplirán con la normatividad ambiental vigente.</li> <li>- Se colocarán contenedores adecuados, suficientes y señalados para la disposición y separación de los diferentes tipos de desperdicios que se generen. La identificación mediante colores y letreros indicativos permitirá una separación inicial de residuos para posteriormente reciclar o reusar.</li> <li>- Los residuos sólidos se clasificarán y se separarán en: residuos orgánicos (restos de comida), inorgánicos (botellas y empaques plásticos) y reciclables (papel, cartón, latas de aluminio, vidrio, metal y madera).</li> <li>- Se elaborará el Plan de Manejo de Residuos de manejo especial según lo establecido en la Ley para la Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Yucatán.</li> <li>- Se contratará a una empresa autorizada para el transporte y disposición final de los residuos.</li> <li>- Al cierre de operaciones, dejar libre de contaminación dichos suelos.</li> <li>- Cualquier otra disposición establecida en la normatividad ambiental vigente</li> </ul>	No. de contenedores existentes/ No. de contenedores debidamente identificados (por tipo de residuos).	Se llevará una bitácora del registro del manejo de los residuos acompañado con el archivo con los comprobantes de disposición final.	Todas las etapas



Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de aplicación
<b>Subprograma Manejo de Residuos Peligrosos</b>				
<i><u>Medidas de prevención y control</u></i>				
Contaminación del suelo	<p>En las áreas de trabajo, se llevará a cabo el manejo de los residuos peligrosos de acuerdo a lo establecido en la normatividad ambiental vigente, a fin de evitar la contaminación del suelo. Algunas de las actividades más relevante que se llevarán a cabo son las siguientes:</p> <p>Para la disposición final de los residuos peligrosos se contratará a una empresa debidamente autorizada por la SEMARNAT. Los residuos peligrosos serán enviados fuera del Área del Proyecto periódicamente de acuerdo a la normativa vigente y aplicable.</p> <p>Los contenedores de aceite, combustibles, y otras sustancias líquidas peligrosas, se ubicarán en zonas donde se reduzcan los riesgos de fugas, incendios o explosiones, se contará con un sistema de contraincendios, señalamientos alusivos a la peligrosidad, además se contempla las fosas de captación y retención que tendrán una capacidad para contener una quinta parte de lo almacenado, pisos impermeables y trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención.</p> <p>Los sobrantes de aceites, estopas contaminadas con sustancias o residuos peligrosos, deberán almacenarse temporalmente bajo las condiciones que establece la normatividad ambiental vigente</p>	Volumen de residuos peligrosos generados/ cantidad de residuos peligrosos debidamente dispuestos.	<p>Se realizará el cotejo de los residuos generados de acuerdo a la bitácora del almacén temporal de residuos peligrosos que se instale ex profeso con los manifiestos entregados por la empresa contratada.</p> <p>Se mantendrán los registros y documentación probatoria, como lo establece la Ley General para la Prevención de Gestión Integral de los Residuos respecto a la generación, transporte y disposición de los residuos peligrosos.</p>	Todas las etapas
	El manejo y traslado de los residuos considerados como peligrosos se ajustarán a las normas oficiales mexicanas.	No. de recolecciones programadas/No. de recolecciones realizadas.	Comprobantes del transporte y disposición final de los residuos.	Preparación del Sitio y Construcción
	Al término de la Operación y Construcción, el sitio de obra debe quedar libre de todo tipo de residuo.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Recorrido al término de la construcción del Proyecto. Evidencia fotográfica.	

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de aplicación
Contaminación del suelo	En caso de que exista contaminación por el manejo inadecuado de los residuos peligrosos, en el área afectada se llevará a cabo la restauración de acuerdo a lo establecido en la normatividad ambiental vigente.	No. de incidentes ocurridos/No. de incidentes atendidos	Se registrará en bitácora las inspecciones realizadas y en su caso se registrará cualquier incidente	Preparación del Sitio y Construcción
<b>Subprograma Manejo Sustentable del Agua y Conservación de la Calidad del Agua</b>				
<b><i>Medidas de prevención y control</i></b>				
Modificación del patrón de drenaje pluvial	Solo se harán nivelaciones y rellenos en las áreas previamente delimitadas, por ningún motivo se realizarán fuera de estas.	Superficie (ha)	Se realizarán inspecciones periódicas para garantizar que no se afectan áreas adicionales	Preparación del Sitio y Construcción
	Se instalarán obras de drenaje para canalizar los escurrimientos superficiales. Se dará el mantenimiento periodico para garantizar su funcionamiento óptimo.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Recorrido al término de la construcción del Proyecto. Evidencia fotográfica	Todas las etapas
Disminución del área de recarga del acuífero	Se respetarán las áreas delimitadas previamente para la construcción del camino de acceso, subestación elevadora y otras edificaciones que no permitirán la recarga del acuífero.	Superficie (ha)	Se realizarán inspecciones periódicas para garantizar que no se afectan áreas adicionales	Preparación del Sitio y Construcción
Contaminación del acuífero	Se instalarán sanitarios con depósitos, para evitar la contaminación del agua subterránea todo ello dependiendo de factores como la profundidad el volumen involucrado durante la Operación del Proyecto	Cumplimiento/ No cumplimiento	Inspección	Operación y Mantenimiento

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de aplicación
Contaminación del acuífero	Se contratará a una empresa para que realice el mantenimiento periódico de los depósitos y para que realice el manejo de acuerdo a la legislación ambiental aplicable.	No. de mantenimientos programados/ No. de mantenimientos realizados	Bitácora del registro de los mantenimientos realizados acompañado con el archivo con los comprobantes de disposición final.	Operación y Mantenimiento
<b>Subprograma de Conservación de Flora y Fauna</b>				
<i><u>Medidas de prevención y control</u></i>				
Disminución de la cobertura vegetal y hábitat de la fauna silvestre	Se delimitarán previamente las áreas que serán desmontadas. Por ningún motivo se llevará a cabo fuera de las áreas delimitadas.	Superficie (ha)	Se realizarán inspecciones periódicas para garantizar que no se afectan áreas adicionales.  El indicador no deberá superar la superficie delimitada para el Área del Proyecto	Preparación del Sitio y Construcción

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de aplicación
Disminución de la cobertura vegetal y hábitat de la fauna silvestre	<p>Se realizará la colecta de semillas y partes vegetativas de las especies nativas, para posteriormente utilizarlas en la restauración de las áreas de afectación temporal. Las especies propuestas por tipo de propagación (semillas, plantas, esquejes o su combinación). Son por <u>semilla</u>: <i>Acacia pennatula</i>, <i>Alvaradoa amorphoides</i>, <i>Bauhinia divaricata</i>, <i>Bunchosia swartziana</i>, <i>Caesalpinia gaumeri</i>, <i>Erythrina standleyana</i>, <i>Havardia albicans</i>, <i>Lysiloma latisiliquum</i>, <i>Mosannonna depressa</i>, <i>Neea choriophylla</i>, <i>Piscidia piscipula</i>, <i>Senegalia gaumeri</i> y <i>Thouinia paucidentata</i>. <u>Esqueje</u>: <i>Jatropha gaumeri</i>, <i>Jatropha curcas</i> y <i>Cochlospermum vitifolium</i>. <u>Semilla y esqueje</u>: <i>Bursera simaruba</i> y <i>Spondias mombin</i> y <u>Planta viva</u>: <i>Gymnopodium floribundum</i>.</p> <p>La selección de especies podrá modificarse con base en el análisis previo, en el Subprograma de conservación de flora y fauna se detallará la forma de rescate, forma de reubicación o propagación (en su caso), así como la densidad esperada de ejemplares a rescatar y propagar. En el caso del rescate con semillas su obtención y cantidad dependerá de la fenología de las especies existentes</p>	Cumplimiento / No cumplimiento	Se registrará en bitácora	Preparación del Sitio y Construcción
Disminución de la cobertura vegetal y hábitat de la fauna silvestre	En las áreas de afectación temporal y en donde sea factible para asegurar la circulación segura de los vehículos, se conservarán los árboles de mayor tamaño. Previamente se marcarán aquellos árboles que serán conservados.	Número de árboles marcados	Se hará un registro de los árboles que serán conservados y se realizarán inspecciones periódicas para garantizar que fueron conservados.	Preparación del Sitio y Construcción
	En las áreas de afectación temporal y en donde sea factible para asegurar la circulación segura de los vehículos, se conservarán los árboles de mayor tamaño y tocones de Tzitzilche ( <i>Gymnopodium floribundum</i> ) y Tsalam ( <i>Lysiloma latisiliquum</i> ) para facilitar la restauración posterior del área.  Esta actividad también se realizará en los bordes del camino de acceso.	Número de árboles de tzitzilché marcados	Se hará un registro de los árboles que serán cortados a nivel de tocón y se realizarán inspecciones periódicas para garantizar que fueron conservados.	

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de aplicación
Disminución de la cobertura vegetal y hábitat de la fauna silvestre	Se llevará a cabo el manejo del derecho de vía de la línea de transmisión, de la siguiente forma: en el área de desplante de las torres y en la brecha de maniobra y patrullaje se llevará a cabo el desmonte a matarasa, en el resto del derecho de vía se dejará crecer la vegetación a una altura que no interfiera con el cableado.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Se realizarán inspecciones periódicas para garantizar que no se afectan áreas adicionales.	Preparación del Sitio y Construcción
Afectación de las especies de flora silvestre en estatus de conservación	Se realizará el rescate de los ejemplares completos de especies vegetales incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como: <i>Astronium graveolens</i> , <i>Zamia lodigessii</i> , <i>Vanilla planifolia</i> y <i>Cedrela odorata</i> . -Antes de realizar el rescate se deberá determinar los sitios de reubicación más adecuados acorde al artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. -Se discriminará a aquellos ejemplares que por su talla tuvieran una baja probabilidad de sobrevivencia posterior al trasplante. En general, no se rescatarán ejemplares de más de un metro de altura.	Pago realizado al FFM	Comprobante de la aportación realizada al FFM	Antes del desmonte
Afectación de las especies de flora silvestre en estatus de conservación	-No se utilizará fuego o químicos para realizar los desmontes o durante el mantenimiento del Área del Proyecto.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Avisos a los contratistas y trabajadores	Todas las etapas
	-El desmonte se hará de forma paulatinamente y de manera direccional con el fin de que la fauna pueda desplazarse hacia las áreas colindantes que no serán afectadas.	Cumplimiento No cumplimiento	Se realizarán inspecciones periódicas.	Preparación del Sitio y Construcción
	El tránsito de los vehículos que trasladen los materiales e insumos respetarán los límites de velocidad establecidos para disminuir el riesgo de atropellamiento, sobre todo para las especies de lento desplazamiento.	Cumplimiento No cumplimiento		

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de aplicación
<p>Afectación de las especies de fauna silvestre especialmente especies en estatus de conservación</p>	<p>Durante cada una de las etapas del proceso constructivo se contará con la presencia de profesionistas capacitados para realizar el rescate de especies de fauna de lento desplazamiento o que recorren distancias cortas <i>in situ</i>. Por ningún motivo se podrá iniciar, ni continuar la construcción de la obra sin realizar el rescate de fauna.</p> <p>En forma previa, al menos 20 días antes a las actividades de desmonte se realizará acciones de ahuyentamiento direccionado con dirección opuesta hacia la carretera y el rescate de la fauna silvestre (captura manual o por medios mecánicos) y reubicación en ambientes similares de donde fueron extraídos. Los sitios de reubicación serán identificados previamente.</p> <p>El rescate y reubicación se enfocará principalmente para aquellas especies que se caracterizan por ser de lento desplazamiento (grupos de anfibios, reptiles y pequeños mamíferos) así como de las especies en algún estatus dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>Las acciones de rescate y reubicación serán realizadas por profesionales especializados (biólogos o zoólogos) en estos grupos que garanticen un manejo adecuado de los especímenes, se aplicarán técnicas adecuadas para cada grupo de vertebrados.</p>	<p>No. de organismos reubicados por especie y grupo de vertebrados</p>	<p>Se registrará en bitácora todos los organismos rescatados y sitio de reubicación. Fotografías de las especies rescatadas</p>	<p>Preparación del Sitio y Construcción</p>
<p>Afectación de las especies de fauna silvestre especialmente especies en estatus de conservación</p>	<p>Se realizarán actividades de concientización del personal tanto de campo como administrativo, por medio de capacitación constante sobre la importancia de la conservación de especies, así como de su hábitat.</p> <p>Se les indicarán las acciones que se llevarán a cabo en caso de encontrar algún organismo durante las actividades de desmonte, además de establecer que está prohibido matar, molestar, cazar, capturar cualquier organismo.</p> <p>Se realizarán actividades de vigilancia durante la Preparación del Sitio y Construcción para evitar que los trabajadores incurran en aprovechamiento y/o comercialización de alguna especie.</p>	<p>No. de capacitación impartidas /No. de capacitación programadas</p>	<p>Se registrará en bitácora las capacitaciones realizadas. Fecha, tema y no. de trabajadores que asistieron.</p>	<p>Todas las etapas</p>
		<p>Cumplimiento /No cumplimiento</p>	<p>Se realizarán inspecciones periódicas.</p>	

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de aplicación
Afectación de las especies de fauna silvestre especialmente especies en estatus de conservación	Se contempla realizar un monitoreo de las especies de fauna una vez terminada la etapa de Construcción, al menos seis meses después de que el Proyecto inició su operación.	Cumplimiento/No cumplimiento	Reporte de los resultados del estudio de monitoreo	Operación y Mantenimiento
<b><i>Medidas de restauración</i></b>				
Disminución de la cobertura vegetal y hábitat de la fauna silvestre	Se llevará a cabo la restauración de las áreas de afectación temporal, las acciones de restauración incluyen al menos las siguientes actividades: -Limpieza general de las áreas -Descompactación y colocación de una capa de suelo orgánico o fértil -Selección y siembra de especies nativas. -Se realizarán las acciones para garantizar su sobrevivencia (riego, sustitución de individuos muertos, etc) -Monitoreo durante un año y elaboración de reportes.	Superficie restaurada (ha)	Recorrido al término de la construcción del Proyecto. Evidencia fotográfica.	Preparación del Sitio y Construcción
	Una vez terminada la etapa de Preparación del Sitio y Construcción se inducirá el crecimiento de especies herbáceas y arbustivas en los bordes de las vialidades internas.	Superficie con crecimiento de especies herbáceas y arbustivas (ha)	Recorrido al término de la construcción del Proyecto. Evidencia fotográfica	Operación y Mantenimiento
Disminución de la cobertura vegetal y hábitat de la fauna silvestre	Se permitirá el crecimiento de árboles de especies como el el <i>Gymnopodium floribundum</i> (Tzitzilché), <i>Bursera simaruba</i> (Chaká), <i>Lysiloma latisilquum</i> (Tsalam) en los bordes del camino de acceso.	Superficie con crecimiento de especies arboreas (ha)	Recorrido al término de la construcción del Proyecto. Evidencia fotográfica	Operación y Mantenimiento
	Se permitirá la regeneración natural de la vegetación dentro del derecho de vía de la línea de transmisión hasta una altura que no interfiera con el cableado aéreo.	Superficie restaurada (ha)		Preparación del Sitio y Construcción

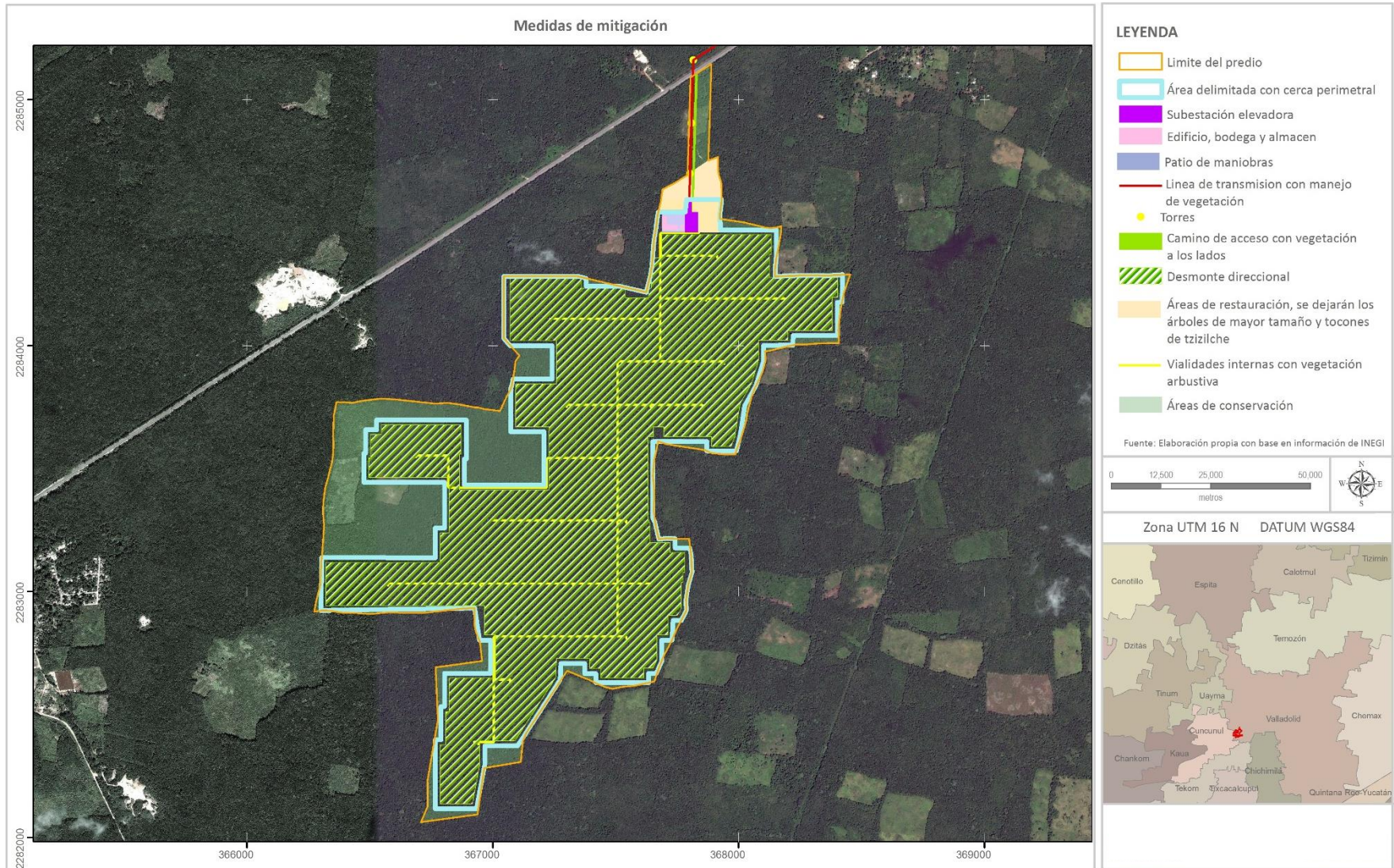
Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de aplicación
Disminución de la cobertura vegetal y hábitat de la fauna silvestre	Se realizará la aportación al Fondo Forestal Mexicano (FFM) que se indica en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento. Lo anterior en el entendido que la instancia responsable de la aplicación de los recursos aportados (CONAFOR) los canalizara a medidas de restauración de ecosistemas forestales en la misma zona de influencia del Proyecto.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Comprobante del pago realizado	Antes de iniciar la Preparación del Sitio y Construcción
<b>Subprograma de social y de educación ambiental</b>				
<b><u>Medidas de prevención y control</u></b>				
Incremento del tráfico vehicular	Se contempla la elaboración e implementación un plan de tráfico vehicular, en donde se establecerán básicamente horarios y rutas.  Los camiones, vehículos y maquinaria que se requieren para la ejecución del Proyecto, por ningún motivo se estacionarán sobre la carretera federal No. 180 Mérida-Valladolid.  Para garantizar lo anterior, se contempla la construcción de un camino de acceso, los carriles de aceleración y desaceleración sobre la carretera federal No. 180 Merida-Valladolid y un estacionamiento temporal dentro del Área del Proyecto.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Se realizarán inspecciones periódicas.	Preparación del Sitio y Construcción
Incremento del tráfico vehicular	Señalización en puntos estratégicos para evitar accidentes.	No. de señalamientos	Se realizarán inspecciones periódicas y registro de los puntos de ubicación de las señalizaciones y anexo fotográfico.	Preparación del Sitio y Construcción



Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de aplicación
Incremento del bienestar de la población	Se dará preferencia a la contratación de las personas de las localidades cercanas	No. de personal contratado/No de personas de las localidades cercanas contratadas	Se llevará bitácora de registro del personal contratado	Todas las etapas
	Para la obtención de materiales y sustancias que se requieren para la etapa de construcción se dará preferencia a los proveedores locales autorizados.	No de proveedores/No de proveedores locales	Se llevará una bitácora de la compra de materiales y sustancias y archivo de documentos	Preparación del Sitio y Construcción
	Una vez obtenida la autorización de cambio de uso del suelo se hará la donación a organizaciones civiles o a personas para el aprovechamiento de la madera producto de los desmontes. El resto de los residuos de madera serán triturados y se manejarán como residuos de manejo especial.	Volumen concesionado/Volumen forestal	Bitácora de las concesiones	
	Se contempla la elaboración e implementación un plan de tráfico vehicular, en donde se establecerán básicamente horarios y rutas, para evitar que los vehículos que trasladan el equipo, materiales e insumos, así como la habilitación de los carriles de aceleración y desaceleración afecten a los pobladores de las localidades cercanas.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Inspecciones periódicas	
	Los dueños de las parcelas en donde se desarrollará el Proyecto recibirán el pago por concepto de arrendamiento de sus terrenos.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Comprobantes de pagos	Operación y Mantenimiento
Incremento del bienestar de la población	El Proyecto contempla un Plan de Gestión Social para beneficio de los habitantes de las localidades cercanas.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Número de proyectos ejecutados	Operación y Mantenimiento

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de aplicación
Afectación a las actividades productivas	<p>Se reubicarán las colmenas que se encuentran en las inmediaciones del Área del Proyecto y se permitirá el crecimiento de herbáceas como el tajonal (<i>Viguiera dentata</i>) en los bordes de las vialidades internas, otras especies herbáceas que pueden propagarse por semilla son: <i>Heliotropium angiospermum</i>, <i>Commelina diffusa</i>, <i>Tradescantia spathaceae</i>, <i>Scleria lithosperma</i>, <i>Ocimum campechianum</i>, <i>Scutellaria gaumeri</i>, <i>Cissampelos pareira</i>, <i>Dorstenia contrajerva</i>, <i>Lasciacis sp.</i> y <i>Lantana cámara</i>.</p>	<p>No. de colmenas registradas/ No. de colmenas reubicadas</p>	<p>Se registrará en una bitácora el sitio de reubicación de las colmenas</p>	<p>Preparación del Sitio y Construcción</p>
	<p>En la restauración de las áreas de afectación temporal se utilizarán entre otras especies el <i>Gymnopodium floribundum</i> (Tzitzilché), <i>Bursera simaruba</i> (Chaká), <i>Lysiloma latisilquum</i> (Tsalam) especies relevante para la producción de miel.</p>	<p>Superficie restaurada (ha)</p>	<p>Recorrido al término de la Construcción del Proyecto. Evidencia fotográfica.</p>	<p>Operación y Mantenimiento</p>
Educación Ambiental	<p>Se llevarán a cabo capacitación a los trabajadores sobre los siguientes temas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Manejo de residuos sólidos haciendo énfasis en su adecuada disposición de la basura.</li> <li>-Manejo de residuos peligrosos en caso de que se generen, serán dirigidas principalmente hacia el personal encargado del manejo de estos residuos.</li> <li>-Conservación de la flora y fauna silvestre.</li> </ul>	<p>No. de capacitación programadas/No. de capacitación realizadas</p>	<p>Se registrará en bitácora las capacitaciones realizadas. Fecha, tema y No. de trabajadores que asistieron.</p>	<p>Todas las etapas</p>

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de aplicación
<i><b>Medidas de restauración y compensación</b></i>				
Modificación del paisaje	Se restaurarán las áreas de afectación temporal en el parque solar fotovoltaico.	Superficie restaurada (ha)	Recorrido al término de la Construcción del Proyecto. Evidencia fotográfica.	Operación y Mantenimiento
	Se permitirá la regeneración natural de la vegetación dentro del derecho de vía de la línea de transmisión hasta una altura que no interfiera con el cableado aéreo. Esta medida contribuirá a compensar parcialmente las áreas desmontadas y a disminuir la afectación al paisaje.	Superficie restaurada en el derecho de vía (ha)		



**Figura VI. 1. Distribución de las medidas de mitigación**

## **VI.2. SEGUIMIENTO DE CONTROL Y MONITOREO**

Para el seguimiento y control de las medidas de mitigación planteadas en la Tabla VI.3 se realizará una supervisión ambiental permanente durante todas las etapas del Proyecto a fin de garantizar que estas medidas sean implementadas.

Por otra parte, esta supervisión dará seguimiento a las medidas establecidas para verificar que estas sean efectivas en la prevención, disminución, mitigación y control de los impactos y en su caso evaluará la posibilidad de establecer medidas adicionales.

El cumplimiento de cada medida propuesta se registrará mediante informes de cumplimiento del Programa de Manejo Ambiental, en el cual se reportará el avance en la consecución de las metas establecidas para cada subprograma, así como la evidencia asociada y pertinente (listas, bitácoras, facturas, fotografías, etc.).

## **VI.3. INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS**

La mayor parte de los costos de las medidas de mitigación, están incluidas dentro del costo de Construcción del Proyecto, sobre todo las relacionadas con las buenas prácticas como mantenimiento periódico de maquinaria y equipo, manejo de residuos sólidos y peligrosos, contratación de sanitarios portátiles, etc.

También cabe destacar que varias de las medidas consideradas se repiten al formar parte de diferentes componentes, lo cual no implica que el costo total también se sume. La realización de una medida específica, impacta simultáneamente en los componentes considerados con un solo costo.

El costo del manejo, traslado y disposición de residuos no peligrosos; del manejo, el control de emisión de contaminantes a la atmósfera; la concientización del personal que labore en la obra; y todas las demás actividades de mitigación de impactos durante la construcción, se consideran dentro de los costos de construcción.

En la siguiente tabla se presentan montos aproximados que serán destinados para cada uno de los subprogramas planteados, estos costos podrán modificarse.

**Tabla VI. 4. Estimación de costos de los subprogramas que integran el Programa de Manejo Ambiental.**

Subprograma	Costos
Calidad del aire y acústica	No se requerirá un costo adicional al contemplado para la ejecución del Proyecto.
Conservación de la estructura y características fisicoquímicas del suelo.	No se requerirá un costo adicional al contemplado para la ejecución del Proyecto.
Manejo de residuos sólidos	No se requerirá un costo adicional al contemplado para la ejecución del Proyecto.
Manejo de residuos peligrosos	No se requerirá un costo adicional al contemplado para la ejecución del Proyecto.
Manejo sustentable del agua y conservación de la calidad	No se requerirá un costo adicional al contemplado para la ejecución del Proyecto
Conservación de flora y fauna silvestre	Elaboración del Plan de Manejo ambiental y sus subprogramas:  Rescate de especies de flora en estatus de conservación:  Restauración de áreas de afectación temporal (incluye siembra o plantación de especies, mantenimiento y monitoreo durante un año)  Cambio de uso de suelo* (costo estimado para 210 ha) Rescate y reubicación de fauna Estudio de monitoreo de fauna
Educación Ambiental	No se requerirá un costo adicional al contemplado para la ejecución del Proyecto. Se presenta el monto global aproximado.

Nota: \*El costo por cambio de uso de suelo será modificado respecto a los criterios y análisis por la autoridad (CONAFOR).

# CAPÍTULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

## CONTENIDO

CAPÍTULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	1
VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto.....	1
VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto .....	4
VII.3 Descripción y análisis del escenario con proyecto y las medidas de mitigación .....	6
VII.4. Evaluación de alternativas .....	24

## TABLAS

Tabla VII. 1. Usos del suelo y vegetación actual en el SAR, AI y AP .....	2
Tabla VII. 2. Descripción del escenario actual con proyecto y con medidas de mitigación.....	7
Tabla VII. 3. Criterios de selección .....	24

## **CAPÍTULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS**

### **VII.1. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO**

El SAR se caracteriza por presentar un clima cálido subhúmedo, específicamente en el AI y AP, la temperatura media anual es de 25.5°C, las temperaturas máximas se presentan en los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre que van de 27.7 °C a 27.1°C, en lo referente a las temperaturas mínimas, éstas se registran en diciembre, enero y febrero. La precipitación media anual es de 1,221.1 mm, la precipitación máxima se presenta en el mes de septiembre con 587.0 mm, marzo es el mes más seco con 32.0 mm.

El SAR se encuentra dentro del cinturón solar y de acuerdo a los estudios de factibilidad del proyecto, la radiación promedio de 56.492 Kwh por m<sup>2</sup> al día, por lo que el área es ideal para la producción de energía fotovoltaica.

En las áreas urbanas ubicadas en la porción Oriente del Estado (Tizimín y Valladolid) los resultados de los periodos de retorno para ciclones tropicales son: Depresión tropical 4.4, tormenta tropical 6.5, huracán categoría uno 12.8, categoría dos 15.8-16.2, categoría tres 45.5 y categoría cinco 155) excepto en la categoría de huracán 4 en donde los resultados fueron de 90.7 en Tizimín y 68.9 en Valladolid.

No existen datos sobre la calidad del aire del SAR, sin embargo, se puede suponer que no existen problemas de contaminación atmosférica, debido a que las fuentes de emisión son prácticamente nulas. Las principales fuentes de emisiones son los incendios forestales. Con respecto al ruido este proviene principalmente del tránsito de los vehículos sobre la carretera No. 180 Mérida-Valladolid.

El SAR está constituido por rocas calizas de origen sedimentario marino que conforma una superficie predominantemente plana, pero existen micro relieves de origen cárstico, hondonadas y algunas elevaciones.

En el SAR se identificaron cuatro tipos de suelo de acuerdo a la clasificación de INEGI: Leptosol, Luvisol, Litosol y Cambisol. En el Área del Proyecto el leptosol es el suelo dominante. En el SAR se registra erosión hídrica laminar ligera, hacia el sureste en los municipios de Dzinup, Chichimilá, Kanxoc y Xocen, también existe degradación química ligera por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de la materia orgánica debido a las actividades agrícolas.

La elevada precipitación pluvial, aunada a la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica, favorece la renovación del agua subterránea, por lo que prácticamente toda el SAR funciona como zona de recarga propiciando que los escurrimientos superficiales sean prácticamente escasos o de muy corto recorrido.



El SAR se encuentra en la Unidad Regional denominada “Acuífero Península de Yucatán” el cual tiene un volumen disponible de 5,759,221,028 m<sup>3</sup> anuales para nuevas concesiones por lo que no está sobrexplotado. Las principales fuentes de contaminación son las descargas de aguas residuales y el uso de agroquímicos.

En el SAR predomina la selva mediana subcaducifolia abarca aproximadamente el 80% de la superficie (115,377 ha), mientras que las actividades agropecuarias ocupan el 17.74% (25,578 ha), los asentamientos humanos y zonas desprovistas de vegetación en conjunto registran el 2.25% (3,245 ha). Los cuerpos de agua ocupan únicamente 3 ha. La fragmentación de la selva se ha dado principalmente por el desarrollo de las actividades agropecuarias, el crecimiento de las zonas urbanas, y la construcción de infraestructura vial y eléctrica.

En la siguiente tabla se presentan las superficies por usos del suelo y vegetación para el SAR, Área de Influencia y Área del Proyecto.

**Tabla VII. 1. Usos del suelo y vegetación actual en el SAR, AI y AP**

Tipo de ecosistema	Usos del suelo y vegetación	Superficie (ha)		
		SAR*	Área de Influencia**	**Área del Proyecto
Natural	Selva mediana subcaducifolia	115,377	3,070	241.20
	Cuerpos de agua	3	0	0
Modificado	Agricultura	6,683	451	12.95
	Pastizal	18,895	0	0
	Desprovisto de vegetación	293	0	0
Artificial	Zonas urbanas	2,952	5.78	1.25
Total		144,203	3,527	255.4

Nota \* La superficie de los usos del suelo y vegetación del SAR se obtuvieron de la carta de usos del suelo e INEGI serie V.\*\* Los usos del suelo y vegetación del Área de Influencia y Área del Proyecto se obtuvieron a través de la clasificación de la imagen de Googleearth 2015

Se registraron 188 especies, 162 géneros pertenecientes a 52 familias botánicas. La familia con mayor riqueza de especies fue Fabaceae con 32 especies, seguida de Rubiaceae con 14 especies, Sapindaceae y Euphorbiaceae con 10 especies respectivamente, Malvaceae y Polygonaceae con 8 especies. De las especies observadas cuatro se encuentran en estatus de conservación, dos protección especial: *Astronium graveolens* y *Zamia lodigessii* dos en categoría de amenazadas: *Vanilla planifolia* y *Cedrela odorata*

En el SAR se registran potencialmente 416 especies de vertebrados, distribuidas en 35 órdenes y 105 familias. Del total de especies potenciales, 17 son anfibios, 64 reptiles, 274 aves y 61 mamíferos. Durante el trabajo de campo, un total de 123 especies de vertebrados pertenecientes a 58 familias y 22 órdenes. El grupo más representativo fue el de las aves con 78 especies registradas en campo, seguido de los mamíferos con 24 especies, luego los reptiles con 17 especies y finalmente los anfibios con 4. Del total de especies registradas 26 se encuentran en estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales 21 se encuentran en la categoría de protección especial, 4 amenazadas y dos en peligro de extinción.

La calidad del paisaje es buena debido a la amplia cobertura de la selva mediana subcaducifolia, a la limitada actividad agrícola así como a la baja densidad poblacional.

El SAR abarca parcialmente la superficie de doce municipios: Calotmul, Chemax, Chichimilá, Cuncunul, Espita, Kaua, Tekom, Temozón, Tinum, Tixcacalcupul, Uayma y Valladolid. La Totalidad del Área del Proyecto se ubica en el municipio de Valladolid. La tasa de crecimiento en todos los municipios ha sido positiva durante el periodo de 1990-2010, destacando Chemax y Valladolid.

Predomina la marginación alta y muy alta solo tres municipios presentan marginación media: Calotmul, Tinum y Valladolid. Los mayores rezagos se presentan en el nivel de ingreso, educación y vivienda.

De acuerdo al último censo de población y vivienda, en los 12 municipios que registran localidades al interior del SAR, durante el Censo de Población y Vivienda 2010, se contabilizaron 52,491 personas de más de tres años que hablan alguna lengua indígena, de los cuales 26,261 son hombres y 26,230 mujeres. En el Área de Influencia se registraron 1,671 personas de tres años y más que hable alguna lengua indígena de acuerdo al Censo de Población y Vivienda, 2010. En el Área del Proyecto no se registra ninguna población.

De acuerdo con el plano de usos del suelo y vegetación de INEGI, serie V, en el SAR se registran 6,683 ha dedicadas a las actividades agrícolas y 18,895 has con pastizales que representan el 4.63% y 13.10% respectivamente de la superficie total del SAR. En el Área del Proyecto existen parcelas donde se desarrolla la agricultura de temporal principalmente maíz, la superficie que ocupan es de 12.95 has, también se realiza la actividad apícola, se registró un apiario de aproximadamente 20 colmenas.

## VII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO

El Proyecto consiste en un parque de generación de energía solar fotovoltaica, con una capacidad nominal de 70 MW, utilizará paneles fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica en corriente directa durante el día, la cual será convertida a corriente alterna en media tensión en 23 KV, posteriormente la energía será elevada a alta tensión por la subestación elevadora 23kV/115kV que se ubicará dentro del mismo predio y se interconectará a la Subestación Eléctrica Valladolid 115kV a través de una línea de transmisión de 115 kV con una longitud aproximada de 4.69 km.

Se instalarán aproximadamente 313,140 módulos policristalinos de 335 Watts cada uno y generarán una capacidad de 97 MWp en corriente directa. Los módulos serán conectados a 67 inversores centrales de 1,164 kW (ac) cada uno de los cuales se generará una potencia activa máxima de 70 MW (ac) y 23 estaciones de media tensión. El parque solar fotovoltaico tendrá una producción anual de energía superior a 176,475 MWh y una producción específica anual de aproximadamente 1,916 kWh/kWp/año.

El Proyecto se ubicará en el municipio de Valladolid en el estado de Yucatán, aproximadamente a 6 kilómetros al suroeste de la ciudad de Valladolid. La principal vía de acceso es la carretera No.180 Mérida-Valladolid.

El Área del Proyecto es de **255.4 ha** y está conformada por tres áreas: un predio de **246.80 ha** donde se construirán y operarán, entre otras instalaciones, los paneles fotovoltaicos, subestación eléctrica, parte del derecho de vía de la línea de transmisión, camino de acceso, oficinas, servicios y salas de control, más el derecho de vía de la línea de transmisión de **8.28 ha** que se encuentra fuera del predio mencionado y finalmente 0.32 has para la construcción de dos carriles de aceleración y desaceleración sobre el derecho de vía de la Carretera Federal No.180 Mérida-Valladolid.

La energía solar fotovoltaica consiste en la transformación de la radiación solar en energía eléctrica a partir del efecto fotovoltaico de los materiales semiconductores que forman las células solares. El efecto fotovoltaico es la absorción de luz por la materia y la transformación de la energía de la radiación, fotones, en una corriente eléctrica. La tecnología actual de los paneles no genera reflejos ni islas de calor. La generación de energía eléctrica fotovoltaica supone la no generación de energía no renovable que emite CO<sub>2</sub>, situando la energía fotovoltaica como una de las más limpias y ecológicas.

Actualmente, las actividades energéticas tienen una importante contribución a la emisión de gases efecto invernadero, por ejemplo en Yucatán la totalidad de la electricidad generada utiliza tecnología de consumo de combustibles fósiles. (SEDUMA, 2013). En el SAR, la generación eléctrica la realizan dos centrales de ciclo combinado Felipe Carrillo Puerto y Valladolid III ubicadas en el municipio de Valladolid. De acuerdo al Programa Especial de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Yucatán, es necesario impulsar tecnologías para la generación de energía que no dependan de la utilización de combustibles de origen fósil, por ejemplo las energías renovables. Actualmente en el SAR no existen parques solares fotovoltaicos operando, a pesar de ser un área con alta radiación solar. Considerando lo anterior, con la operación del Proyecto se contribuirá a fortalecer la infraestructura eléctrica a partir de fuentes de energía

renovables y cero emisiones de gases de efecto invernadero. El Proyecto tendrá una producción anual de energía superior a 176,475 MWh y una producción específica anual de aproximadamente 1,916 kWh/kWp/año, esto contribuirá a incrementar y fortalecer la infraestructura eléctrica de la Península de Yucatán.

El Proyecto generará otros impactos benéficos importantes por ejemplo, en el Municipio de Valladolid, se carece de fuentes de empleo seguras y diversificadas, por lo cual su ejecución representará un apoyo en la creación de empleos formales, pues se estima que durante la Preparación del Sitio y Construcción se generarán 695 personas empleadas. En la etapa de Operación y Mantenimiento se ha contemplado la contratación de 32 personas. Esto contribuirá a mejorar la calidad de vida de los trabajadores y sus familias.

Otras actividades que tendrán un impacto benéfico en la economía local serán por la adquisición y transporte de insumos para la construcción obtenidos en casas de materiales de las localidades cercanas. Además de los empleos indirectos que serán generados. También cabe destacar que se implementará un programa de gestión social que se implementará durante toda la etapa de operación del Proyecto.

El Proyecto tendrá un impactos sobre los factores abióticos (calidad del aire, ruido, características fisicoquímicas del suelo modificación del patrón de drenaje, afectación a la calidad del agua etc) adversos bajos, en su mayoría temporales y mitigables. Estos se presentarán principalmente durante la etapa de Preparación del Sitio y Construcción y se mantendrán principalmente en el ámbito del Área del Proyecto por lo que no afectarán al SAR ni al Área de Influencia.

El impacto adverso más importante será el desmonte de **206.51 ha<sup>1</sup>** que representan el 82% de la superficie total del Área del Proyecto, **45.35 ha** se destinarán a la conservación que representan el 17.75% del total de la superficie requerida para realizar el proyecto. Con el desmonte se afectará la distribución y abundancia de especies vegetales entre las que destacan cuatro por encontrarse en la NOM-059-SEMARNAT-2010: dos bajo la categoría de protección especial: *Astronium graveolens* y *Zamia lodigessii* y dos en categoría de amenazadas: *Vanilla planifolia* y *Cedrela odorata*.

El desmonte disminuirá el hábitat, así como la distribución y abundancia de al menos de las 123 especies de vertebrados que se registraron en los trabajos de campo, 78 especies de aves registradas en campo, 24 especies de mamíferos, 17 reptiles y 4 especies de anfibios, estos dos últimos grupos serán los más afectados por su desplazamiento limitado. Cabe destacar que entre las especies afectadas están 26 se encuentran en estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales 21 se encuentran en la categoría de protección especial, 4 amenazadas y dos en peligro de extinción.

---

<sup>1</sup> Esta área corresponde solo la presencia de vegetación forestal, se descarta la superficie agrícola y artificiales del área del Proyecto.

El desmonte, así como la introducción de elementos artificiales disminuirá la calidad de paisaje de forma permanente, aunque esto no será significativo debido a que las instalaciones estarán rodeadas de la selva mediana subcaducifolia que evitará que sea visible desde la carretera o cualquier otro punto.

Con respecto a la infraestructura vial, durante la preparación del sitio y construcción, habrá un incremento en la circulación de vehículos principalmente sobre la carretera federal 180 Mérida-Valladolid ya que es la principal vía de acceso al Proyecto, sin embargo se contempla la construcción de carriles de aceleración y desaceleración y un camino de acceso para minimizar el impacto por el incremento temporal del tránsito de vehículos, además de que se implementará un plan de tráfico vehicular, en donde se establecerán básicamente horarios y rutas

### **VII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO Y LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN**

El Proyecto contempla medidas de mitigación para los impactos ambientales identificados e implementar un Programa de Manejo Ambiental y subprogramas con indicadores de seguimiento para garantizar su cumplimiento. Se implementarán buenas prácticas en el procedimiento constructivo para minimizar las emisiones a la atmósfera y el ruido proveniente de la maquinaria y equipo, se contempla el manejo de los residuos líquidos sólidos y peligrosos de acuerdo a lo establecido a la normatividad ambiental federal y estatal a fin de evitar la contaminación del suelo.

Se implementará un Programa de rescate de flora y fauna enfocado principalmente a las especies que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010, además de mantener áreas de conservación **45.35 ha** que representan el 17.75% del Área del Proyecto, la restauración de las áreas de afectación temporal, así como el manejo de la vegetación dentro del derecho de vía de la línea de transmisión, de tal forma de mantener la mayor cobertura vegetal factible y que permita el funcionamiento seguro del Proyecto.

En la siguiente tabla se hace una síntesis de los escenarios actual, con proyecto y con medidas de mitigación por cada componente ambiental.

**Tabla VII. 2. Descripción del escenario actual con proyecto y con medidas de mitigación**

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
<b>Sistema abiótico</b>				
Clima	Modificación del microclima	En el SAR se ha disminuido la cobertura vegetal para el desarrollo de las actividades agropecuarias en estas áreas desmontadas, se ha modificado el microclima debido al incremento de la temperatura por mayor insolación.	El Proyecto se llevará a cabo en una superficie de 255.4 ha de las cuáles 205.89 ha serán de afectación permanente y 4.16 ha de afectación temporal y 45.35 ha se destinarán a la conservación que representan el 17.75% de la superficie total requerida. En la etapa de preparación del sitio y construcción del Proyecto se modificará el microclima por mayor insolación, esto se revertirá una vez que se coloquen los paneles ya que estos generarán sombra.	Se contempla la restauración de las áreas de afectación temporal, lo que permitirá que se recupere paulatinamente el microclima de estas áreas.
Atmósfera	Presencia o ausencia de fuentes de contaminación atmosférica	No existen datos sobre la calidad del aire de la región, sin embargo, se puede suponer que no existen problemas de contaminación atmosférica, debido a que las fuentes de emisión son prácticamente nulas, ya que no existen desarrollos industriales que puedan generar contaminantes; la ausencia de barreras físicas (macizos o cadenas montañosas) que dificulten su dispersión; y a que los vientos que soplan todo el año no permiten la acumulación de contaminantes.	El Proyecto no tendrá efectos sobre la calidad del aire del SAR. En el Área de Influencia y Área del Proyecto, disminuirá de forma puntual y temporal la calidad del aire, por el uso de equipo y maquinaria, carga y acarreo de materiales pesada por la emisión de gases de combustión. Además, el transporte de material para construcción puede resultar en fuga de polvos y partículas.	La calidad del aire del Área de Influencia y Área del Proyecto, se modificará solo de forma temporal, únicamente durante la etapa de preparación del sitio y construcción. Se implementará un subprograma de Calidad del aire y acústica con el objetivo de y minimizar la dispersión de partículas y emisiones de gases de combustión que disminuya la calidad del aire. Para minimizar la emisión de polvos por el tránsito de vehículos se establecerán límites de velocidad. Los camiones que transporten material granular serán cubiertos con lonas para evitar la dispersión de partículas.

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
Atmósfera	Presencia o ausencia de fuentes de contaminación atmosférica	Los incendios forestales son las principales fuentes de emisión de contaminantes. La temporada de incendios, fuertemente vinculada con la de sequía, se establece a partir de enero, llegando a su máximo en abril y mayo.	<p>Otra fuente de emisiones a la atmósfera serán las partículas de polvo que se generarán durante el desmonte, el despalme y el movimiento de tierras (nivelaciones, excavaciones, compactación, etc).</p> <p>Durante el transporte de material a granel para construcción puede resultar en fuga de polvos y partículas</p> <p>En la etapa de operación no habrá emisiones a la atmósfera, por el contrario, la operación del Proyecto contribuirá a mantener la buena calidad del aire del Área de Influencia al no utilizar combustibles fósiles</p>	<p>Además, se realizará el riego periódico de las áreas desmontadas para disminuir las fuentes de emisión de polvos.</p> <p>Por ningún motivo se quemarán los residuos sólidos incluyendo los residuos vegetales producto del desmonte, sólidos y/o peligrosos, como cartón, mecate, embalajes, estopas, guantes, trapos, etc. y materiales impregnados con grasa, solventes y/o aceites generados; los mismos serán manejados conforme a la normatividad vigente.</p>

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
Atmósfera	Emisiones de gases de efecto invernadero	<p>El SAR y el Área del Proyecto, actúan como sumidero debido a que mantiene en la mayor parte de la superficie cobertura vegetal, constituida por la selva mediana subcaducifolia con vegetación secundaria arbórea.</p> <p>Se estimó que la selva mediana subcaducifolia almacena aproximadamente 130,22,316.32 toneladas de CO<sub>2</sub>e.</p>	<p>Por el desmonte de 206.51 ha se estimó que se dejarán de almacenar aproximadamente 23,308.27 toneladas de CO<sub>2</sub>e.</p> <p>Por otro lado, con la operación del proyecto contribuirá a disminuir las emisiones de gases efecto invernadero.</p>	<p>A fin de compensar la pérdida de vegetación se contemplan las siguientes medidas.</p> <p>-Se destinará un área de conservación de <b>45.35 ha</b> en el Área del Proyecto.</p> <p>En las áreas de afectación temporal se llevará a cabo la restauración del área, por lo que previamente se conservarán los árboles de mayor tamaño. Previamente se marcarán aquellos árboles que serán conservados.</p> <p>Se llevará a cabo el manejo del derecho de vía de la línea de transmisión, de la siguiente forma: en el área de desplante de las torres y en la brecha de maniobra y patrullaje se realizará el desmonte a matarasa, en el resto del derecho de vía se dejará crecer la vegetación a una altura que no interfiera con el cableado.</p> <p>Se realizará la aportación al Fondo Forestal Mexicano (FFM) que se indica en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento. Lo anterior en el entendido que la instancia responsable de la aplicación de los recursos aportados (CONAFOR) los canalizara a medidas de restauración de ecosistemas forestales en la misma zona de influencia del Proyecto.</p>



Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
Atmósfera	Radiación solar	El SAR se encuentra dentro del cinturón solar y de acuerdo a los estudios de factibilidad del proyecto, la radiación promedio de <b>56.492 Kwh</b> por m <sup>2</sup> al día, por lo que el área es ideal para la producción de energía fotovoltaica.	Actualmente el Estado de Yucatán no genera electricidad a partir de parques solares, aunque se encuentra como una meta dentro del Programa Sectorial de Infraestructura del Estado de Yucatán y el Programa Especial de Acción ante el Cambio Climático.	Con la operación del Proyecto se aprovechará la radiación solar para generar <b>70 MW</b> de electricidad a partir de fuentes renovables.
Ruido	Fuentes de emisión de ruido	Las emisiones de ruido en las zonas rurales se deben principalmente al tránsito de vehículos sobre las principales carreteras y caminos del SAR, particularmente en el Área del Proyecto, el ruido proviene del tránsito de los vehículos sobre la carretera No. 180 Mérida-Valladolid.	La calidad acústica del SAR no se verá afectada.  Durante la etapa de preparación del sitio y construcción del Proyecto se disminuirá la calidad acústica en el Área de Influencia y en el Área del Proyecto, sin embargo, esto solo será durante la etapa de preparación del sitio y construcción.  Durante la operación no habrá una disminución de la calidad acústica del Área del Proyecto.	La calidad acústica del SAR no se modificará, en el Área de Influencia y Área del Proyecto se modificará de forma temporal, durante la etapa de preparación del sitio y construcción y en los horarios diurnos.
Relieve	Superficie con cortes, excavaciones o rellenos	El SAR se localiza al oriente de la Península de Yucatán, constituida por roca caliza de origen sedimentario marino que conforma una superficie predominantemente plana, pero existen micro relieves de origen cástico, hondonadas y algunas elevaciones  En el SAR y Área de Influencia, las modificaciones al relieve se deben principalmente por la explotación de banco de materiales. En el Área del Proyecto no se observaron modificaciones al relieve.	En el SAR y Área de Influencia del Proyecto no habrá modificaciones al relieve.  En el Área del Proyecto, el relieve será modificado por las nivelaciones y rellenos, aunque esta modificación no será significativa debido a que es un terreno predominantemente plano.  Las excavaciones que se llevarán a cabo por las cimentaciones de las diferentes estructuras, modificarán el relieve, pero serán temporales ya que una vez terminadas las cimentaciones	La modificación del relieve por la ejecución del Proyecto será temporal.  Se implementará el Programa de Vigilancia Ambiental en el cual se incluye el subprograma de Conservación de la estructura y características fisicoquímicas del suelo, cuyos objetivos son evitar la erosión, la pérdida de suelos y garantizar que los suelos no serán contaminados.

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
			las excavaciones serán rellenadas con el mismo material de excavación.	
Hidrología superficial	Modificación del drenaje superficial	<p>La elevada precipitación pluvial, aunada a la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica, favorece que los escurrimientos superficiales sean prácticamente escasos y en caso de registrarse son de muy corto recorrido.</p> <p>En el Área del Proyecto se registran escurrimientos intermitentes durante la temporada de lluvias.</p>	<p>La hidrología superficial del SAR y Área de Influencia no se verá afectado por la ejecución del Proyecto.</p> <p>Únicamente habrá modificaciones mínimas en el Área del Proyecto debido a que se requiere la nivelación y relleno, esto podría modificar los patrones puntuales de escurrimiento, aunque de forma mínima ya que el terreno es predominantemente plano con pendientes de menos del 5%.</p>	En el Área del Proyecto se contempla un sistema de drenaje que permita el flujo de los escurrimientos superficiales y evitar que dañe a la infraestructura.
	Fuentes de contaminación	<p>Las principales fuentes de contaminación del agua en el SAR es el depósito de basura a cielo abierto y por el uso de agroquímicos, aunque como son escasos los arroyos y de corto recorrido difícilmente se llegan a contaminar</p> <p>En el Área del Proyecto, no existen fuentes de contaminación, dado que no se desarrollan actividades agrícolas ni existen tiraderos de basura.</p>	<p>No se afectará la calidad del agua del SAR y Área de Influencia del Proyecto</p> <p>Durante la preparación del sitio y construcción se podría disminuir la calidad del agua de los escurrimientos superficiales temporales que se ubican en el Área del Proyecto por el inadecuado manejo de residuos sólidos o peligrosos o por el derrame de algunas sustancias como gasolina o diesel de la maquinaria que será utilizada.</p>	Se minimizará el riesgo de contaminación de los escurrimientos superficiales dentro del Área del Proyecto con el manejo adecuado y conforme a la ley de los residuos líquidos, sólidos y peligrosos.
Hidrología subterránea	Grado de explotación del acuífero	El SAR se encuentra en el "Acuífero Península de Yucatán" el cual tiene un volumen disponible de 5,759,221,028 m <sup>3</sup> anuales para nuevas concesiones por lo que no está sobreexplotado.	No se afectará la disponibilidad del agua del acuífero por la ejecución del Proyecto, debido a que no se requiere de la extracción de agua subterránea, por lo que no habrá una disminución del volumen disponible del acuífero.	El agua tanto potable para el consumo de los trabajadores como el agua cruda requerida para todas las etapas del Proyecto se adquirirá de casas comerciales o de fuentes autorizadas.

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
			La disminución de la superficie de captación será puntual por las edificaciones del Proyecto.	
Suelos	Superficie con problemas de erosión y contaminación	<p>En el SAR se identificaron cuatro tipos de suelo de acuerdo a la clasificación de INEGI: Leptosol, Luvisol, Litosol y Cambisol. En el Área del Proyecto y Área de Influencia predomina el leptosol.</p> <p>En el SAR se registra erosión hídrica laminar ligera, hacia el sureste en los municipios de Dzinup, Chichimilá, Kanxoc y Xocen.</p> <p>Por otra parte, de acuerdo con el Estudio de Degradación del Suelo elaborado por la SEMARNAT en el 2009 en todo el SAR, existe degradación química ligera por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de la materia orgánica debido a las actividades agrícolas.</p>	<p>En el SAR y Área de Influencia no habrá impactos significativos sobre el suelo, esto se presentará en el Área del Proyecto ya que se modificará la estructura del suelo debido a las actividades de desmonte, despalme, movimiento de tierras, excavaciones y rellenos</p> <p>Al desmontar las <b>206.51 ha</b> se afectará no solo a la vegetación sino al suelo, aunque el Proyecto se desarrollará en una zona con pendientes menores al 5% por lo que la erosión hídrica seguirá siendo de tipo laminar y baja. Una vez que se coloquen los paneles no habrá erosión eólica o está será muy baja.</p> <p>El almacenamiento de materiales y el uso de maquinaria afectarán la estructura del suelo, puesto el suelo resultará compactado por donde esta circule, no obstante, esto será temporal y puntual.</p> <p>Durante la etapa de preparación del Proyecto la superficie ocupada por las instalaciones superficiales, tendrá un efecto permanente sobre la estructura del suelo.</p> <p>La contaminación del suelo se podría dar por el manejo inadecuado de los residuos sólidos y peligrosos, así como por el derrame de combustibles de maquinaria en mal estado. La</p>	<p>Se llevará a cabo la recuperación del suelo fértil en las áreas de afectación temporal y en aquellas áreas en donde sea factible su recuperación. No se recuperará el suelo en los sitios en donde se tengan afloramientos rocosos. Este suelo no se mezclará con el suelo inerte subyacente y se colocará en una superficie previamente establecida, protegiéndolo de la erosión.</p> <p>Este suelo será utilizado posteriormente para la revegetación en las áreas de afectación temporal.</p> <p>En las áreas de afectación temporal se llevará a cabo la restauración del área, por lo que se conservarán los árboles de mayor tamaño. Previamente se marcarán aquellos árboles que serán conservados.</p> <p>En el derecho de vía de la línea de transmisión, se llevará a cabo el manejo del derecho de vía de la línea de transmisión, de la siguiente forma: en el área de desplante de las torres y en la brecha de maniobra y patrullaje se realizará el desmonte a matarasa, en el resto del derecho de vía se dejará crecer la vegetación a una altura que no interfiera con el cableado, por lo que el suelo solo estará expuesto temporalmente durante la etapa de preparación del sitio y construcción</p>

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
			contratación de personal puede contaminar el suelo por el inadecuado manejo de los residuos sólidos.	
<b>Sistema biótico</b>				
Vegetación	Superficie desmontada	<p>De acuerdo al plano de usos del suelo y vegetación de INEGI Serie V, en el SAR predomina la selva mediana subcaducifolia abarca aproximadamente el 80% (115,377 ha), las actividades agropecuarias ocupan el 17.74% (25,578 ha), los asentamientos humanos y zonas desprovistas de vegetación en conjunto registran el 2.25% (3,245 ha). Los cuerpos de agua ocupan únicamente 3 ha.</p> <p>Derivado de la clasificación de la imagen de satélite, se observa que en el Área de Influencia se observa que aproximadamente el 82% de la superficie está ocupada por la selva mediana subcaducifolia en diferentes estados de conservación, el 12% por zonas es la superficie dedicada a actividades agropecuarias y el 6% son áreas de asentamientos, urbanos, infraestructura vial y eléctrica.</p> <p>En el Área del Proyecto predominan la selva mediana subcaducifolia que ocupa 241.20 ha, seguida por la agricultura con 12.95 ha y las zonas artificiales ocupan el 1.25 ha.</p>	El Proyecto contribuirá a la disminución de la cobertura de la selva mediana subcaducifolia del SAR, se desmontarán las <b>206.51 ha</b>	<p>-Se destinará un área de conservación de <b>45.35 ha</b> en el Área del Proyecto.</p> <p>En las áreas de afectación temporal se llevará a cabo la restauración del área, por lo que se conservarán los árboles de mayor tamaño. Previamente se marcarán aquellos árboles que serán conservados.</p> <p>Se llevará a cabo el manejo del derecho de vía de la línea de transmisión, de la siguiente forma: en el área de desplante de las torres y en la brecha de maniobra y patrullaje se realizará el desmonte a matarasa, en el resto del derecho de vía se dejará crecer la vegetación a una altura que no interfiera con el cableado.</p> <p>Se realizará la aportación al Fondo Forestal Mexicano (FFM) que se indica en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento. Lo anterior en el entendido que la instancia responsable de la aplicación de los recursos aportados (CONAFOR) los canalizará a medidas de restauración de ecosistemas forestales en la misma zona de influencia del Proyecto.</p>

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
Vegetación	Fragmentación	La fragmentación de la selva se ha dado principalmente por el desarrollo de las actividades agropecuarias, el crecimiento de las zonas urbanas, y la construcción de infraestructura vial y eléctrica.	El Proyecto requiere el desmonte las <b>206.51 ha</b> por lo que contribuirá a la fragmentación de la selva mediana subcaducifolia.	<p>Para minimizar la fragmentación se contempla dejar áreas destinadas para la conservación, así como el manejo de la vegetación dentro del derecho de vía de la línea de transmisión, así como la restauración de las áreas de afectación temporal.</p> <p>Se permitirá dejar crecer vegetación arbustiva en las vialidades internas a fin de hacer microcorredores para algunas especies de fauna, principalmente reptiles y pequeños mamíferos.</p>
	Riqueza de especies	<p>En el Área del Proyecto se registraron 188 especies, 162 géneros pertenecientes a 52 familias botánicas.</p> <p>La familia con mayor riqueza de especies fue Fabaceae con 32 especies, seguida de Rubiaceae con 14 especies, Sapindaceae y Euphorbiaceae con 10 especies respectivamente, Malvaceae y Polygonaceae con 8 especies.</p>	<p>El Proyecto no afectará la riqueza de especies en el SAR y Área de Influencia.</p> <p>En el Área del proyecto, el desmonte de las <b>206.51 ha</b>, disminuirá la abundancia y distribución de las especies vegetales. Las especies más afectadas por ser las menos abundantes son: <i>Vitex gaumeri</i>, <i>Melicoccus oliviformis</i>, <i>Thevetia gaumeri</i>, <i>Mimosa bahamensis</i>, <i>Jatropha curcas</i>, <i>Psychotria sp</i>, <i>Exostema caribaeum</i>, <i>Acacia collinsi</i>, <i>Colubrina greggii</i> y <i>Helicteres baruensis</i>.</p> <p>Otras especies que serán afectadas y que son relevantes son: <i>Metopium brownei</i>, <i>Gymnopodium floribundum</i>, <i>Bursera simaruba</i>, <i>Pithecellobium lanceolatum</i>, <i>Spondias mombin</i></p>	<p>-Se destinará un área de conservación de 45.35 ha en el Área del Proyecto.</p> <p>Se realizará la colecta de semillas y partes vegetativas de las especies nativas, para posteriormente utilizarlas en la restauración de las áreas de afectación temporal</p> <p>En las áreas de afectación temporal y en donde sea factible para asegurar la circulación segura de los vehículos, se conservarán los árboles de mayor tamaño. Previamente se marcarán aquellos árboles que serán conservados.</p> <p>En las áreas de afectación temporal y en donde sea factible para asegurar la circulación segura de los vehículos, se conservarán los árboles de mayor tamaño y tocones de Tzitzilche (<i>Gymnopodium floribundum</i>) y Tsalam (<i>Lysiloma latisilquum</i>) para facilitar la restauración posterior del área.</p>

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
				Se permitirá el crecimiento de árboles de especies como el <i>Gymnopodium floribundum</i> (Tzitzilché), <i>Bursera simaruba</i> (Chaká), <i>Lysiloma latisilquum</i> (Tsalam) en los bordes del camino de acceso.
Especies vegetales en estatus de conservación	Presencia/ausencia	Durante los trabajos de campo se registraron cuatro especies en estatus de conservación, dos protección especial: <i>Astronium graveolens</i> y <i>Zamia lodigessii</i> dos en categoría de amenazadas: <i>Vanilla planifolia</i> y <i>Cedrela odorata</i> .	En el SAR y Área de Influencia no se afectarán a las especies en estatus de conservación.  De acuerdo a las estimaciones realizadas en los trabajos de campo, por la ejecución del Proyecto, se afectarán aproximadamente a 100 individuos de <i>Astronium graveolens</i> (palmito), 1,500 individuos de <i>Zamia lodigessii</i> (jobillo), 500 individuos de <i>Vanilla planifolia</i> (vainilla) y 10 individuos de <i>Cedrela odorata</i> (cedro).	El Proyecto no afectará significativamente a las especies en estatus de conservación debido a que se contempla el rescate y reubicación de las especies vegetales incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como: <i>Astronium graveolens</i> , <i>Zamia lodigessii</i> , <i>Vanilla planifolia</i> y <i>Cedrela odorata</i> .  -Antes de realizar el rescate se determinarán los sitios de reubicación más adecuados acorde al artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.  -Se discriminará a aquellos ejemplares que por su talla tuvieran una baja probabilidad de sobrevivencia posterior al trasplante. En general, no se rescatarán ejemplares de más de un metro de altura.

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
Fauna	Calidad del hábitat	<p>El SAR presenta una buena calidad del hábitat para la fauna ya que desde aproximadamente 50 años la mayor parte de su superficie ha mantenido la selva mediana subcaducifolia, que actualmente proporciona áreas de refugio, alimentación y de reproducción de al menos 123 especies de vertebrados que fueron registrados durante los trabajos de campo.</p>	<p>Con la ejecución del Proyecto se perderá las <b>206.51 ha</b> de hábitat para al menos 123 especies de fauna silvestre que fueron registradas durante los trabajos de campo.</p>	<p>En las áreas de afectación temporal y en donde sea factible para asegurar la circulación segura de los vehículos, se conservarán los árboles de mayor tamaño. Previamente se marcarán aquellos árboles que serán conservados.</p> <p>En las áreas de afectación temporal y en donde sea factible para asegurar la circulación segura de los vehículos, se conservarán los árboles de mayor tamaño y tocones de Tzitzilche (<i>Gymnopodium floribundum</i>) y Tsalam (<i>Lysiloma latisilquum</i>) para facilitar la restauración posterior del área.</p> <p>Se llevará a cabo el manejo del derecho de vía de la línea de transmisión, de la siguiente forma: en el área de desplante de las torres y en la brecha de maniobra y patrullaje se realizará el desmonte a matarasa, en el resto del derecho de vía se dejará crecer la vegetación a una altura que no interfiera con el cableado.</p> <p>Se permitirá el crecimiento de árboles de especies como el el <i>Gymnopodium floribundum</i> (Tzitzilché), <i>Bursera simaruba</i> (Chaká), <i>Lysiloma latisilquum</i> (Tsalam) en los bordes del camino de acceso.</p>

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
Fauna	Riqueza de especies	<p>De acuerdo a la revisión bibliográfica realizada, potencialmente en el SAR se registran 416 especies, distribuidas en 35 órdenes y 105 familias. Del total de especies potenciales, 17 son anfibios, 64 reptiles, 274 aves y 61 mamíferos.</p> <p>En el Área del Proyecto se registraron un total de 123 especies de vertebrados terrestres pertenecientes a 58 familias y 22 órdenes. El grupo más representativo fue el de las aves con 78 especies registradas en campo, seguido de los mamíferos con 24 especies, luego los reptiles con 17 especies y finalmente los anfibios con 4.</p>	<p>Con el desmonte de las <b>206.51 ha</b> se afectarán principalmente a las especies de anfibios, reptiles y mamíferos por la pérdida de hábitat. Las aves serán las menos afectadas debido a su alta movilidad.</p>	<p>-No se utilizará fuego o químicos para realizar los desmontes o durante el mantenimiento del Área del Proyecto.</p> <p>-El desmonte se hará de forma paulatinamente y de manera direccional con el fin de que la fauna pueda desplazarse hacia las áreas colindantes que no serán afectadas.</p> <p>El tránsito de los vehículos que trasladen los materiales e insumos respetarán los límites de velocidad establecidos para disminuir el riesgo de atropellamiento, sobre todo para las especies de lento desplazamiento.</p>
Especies de fauna en estatus de conservación	Presencia/ausencia	<p>Durante los trabajos de campo realizados, se registraron 26 especies en estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales 21 se encuentran en la categoría de protección especial, 4 amenazadas y dos en peligro de extinción. Del total de especies en estatus ocho son anfibios y reptiles, trece son aves y cinco mamíferos.</p>	<p>Las especies de fauna silvestre en estatus podrán verse afectadas por cacería o captura por parte del personal.</p>	<p>Con las siguientes medidas de mitigación se pretende minimizar el impacto sobre la abundancia de las especies de fauna en especial aquellas que se encuentran en estatus de conservación.</p> <p>Durante cada una de las etapas del proceso constructivo se contará con la presencia de profesionistas capacitados para realizar el rescate de especies de fauna de lento desplazamiento in situ. Por ningún motivo se podrá iniciar, ni continuar la construcción de la obra sin realizar el rescate de fauna.</p>



Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
Especies de fauna en estatus de conservación	Presencia/ausencia	<p>Anfibios y reptiles: <i>Triprrion petasatus</i> (rana de árbol yucateca), <i>Dipsas brevifacies</i> (culebra caracolera), <i>Imantodes tenuissimus</i> (culebra cordelilla yucateca), <i>Laemanctus serratus</i> (lemacto coronado), <i>Coleonyx elegans</i> (cuija yucateca), <i>Thecadactylus rapicauda</i> (geco cola de nabo), <i>Ctenosaura similis</i> (Iguana espinosa rayada) y <i>Terrapene yucatanana</i> (tortuga de caja yucatanana).</p> <p>Aves: <i>Crypturellus cinnamomeus</i> (tinamú canelo), <i>Dactylortyx thoracicus</i> (codorniz silbadora), <i>Meleagris ocellata</i> (pavo ocelado), <i>Leptodon cayanensis</i> (gavilán cabeza gris), <i>Buteogallus urubitinga</i> (aguililla negra mayor), <i>Eupsittula nana</i> (perico pecho sucio), <i>Amazona albifrons</i> (loro frente blanca), <i>Amazona xantholora</i> (loro yucateco), <i>Dendrocincla anabatina</i> (trepatroncos sepia), <i>Platyrrinchus cancrominus</i> (mosquero pico chato), <i>Vireo pallens</i> (Vireo manglero), <i>Poliophtila plúmbea</i> (perlita tropical), <i>Melanoptila glabrirostris</i> (maullador negro) y <i>Eucometis penicillata</i> (tangara cabeza gris).</p> <p>Mamíferos: <i>Leopardus pardalis</i> (ocelote), <i>Potos flavus</i> (Mico de noche, martucha), <i>Tamandua mexicana</i> (oso hormiguero, brazo fuerte), <i>Sphiggurus mexicanus</i> (puerco espín tropical), y <i>Mimon cozumelae</i> (murciélago-lanza grande).</p>		<p>En forma previa, al menos 20 días antes a las actividades de desmonte se realizará acciones de ahuyentamiento y el rescate de la fauna silvestre (captura manual o por medios mecánicos) y reubicación en ambientes similares de donde fueron extraídos. Los sitios de reubicación serán identificados previamente.</p> <p>El rescate y reubicación se enfocará principalmente para aquellas especies que se caracterizan por ser de lento desplazamiento (grupos de anfibios, reptiles y pequeños mamíferos) así como de las especies en algún estatus dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>Las acciones de rescate y reubicación serán realizadas por profesionales especializados (biólogos o zoólogos) en estos grupos que garanticen un manejo adecuado de los especímenes, se aplicarán técnicas adecuadas para cada grupo de vertebrados.</p> <p>Se realizarán actividades de concientización del personal tanto de campo como administrativo, mediante pláticas sobre la importancia de la conservación de especies, así como de su hábitat.</p> <p>Se les indicarán las acciones que se llevarán a cabo en caso de encontrar algún organismo durante las actividades de desmonte, además de establecer que está prohibido matar, molestar, cazar, capturar cualquier organismo.</p> <p>Se realizarán actividades de vigilancia durante la preparación del sitio y</p>

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
				construcción para evitar que los trabajadores incurran en aprovechamiento o comercialización de alguna especie.
<b>Sistema socioeconómico</b>				
Paisaje	Calidad	<p>La calidad del paisaje en el SAR ha disminuido por la eliminación de la cobertura vegetal debido a las actividades agropecuarias, el desarrollo urbano y la infraestructura vial y eléctrica.</p> <p>Sin embargo, dado que la mayor parte de la superficie del SAR, Área de Influencia y Área del Proyecto predomina la cobertura de la selva mediana subcaducifolia, por lo que se puede decir que la calidad del paisaje aún es muy buena.</p>	<p>La calidad del paisaje del SAR y Área de Influencia no se verá afectada de forma significativa por la ejecución del Proyecto debido a que estará rodeado de selva mediana subcaducifolia con árboles que tienen una altura de más de 10 m.</p> <p>En el Área del Proyecto el paisaje se verá afectado por la introducción de elementos artificiales (paneles fotovoltaicos, subestación eléctrica, torres autosoportadas y otras edificaciones.</p>	<p>Para disminuir los impactos al paisaje en el Área del Proyecto destaca el manejo de la vegetación dentro del derecho de vía de la línea de transmisión, mantener áreas de conservación y restaurar las áreas de afectación temporal.</p>
Demografía	Tasa de crecimiento	<p>El SAR abarca parcialmente la superficie de doce municipios: Calotmul, Chemax, Chichimilá, Cuncunul, Espita, Kaua, Tekom, Temozón, Tinum, Tixcacalcupul, Uayma y Valladolid. La Totalidad del Área del Proyecto se ubica en el municipio de Valladolid.</p> <p>La tasa de crecimiento ha sido positiva durante el periodo de 1990-2010 en los doce municipios, los que presentaron mayor crecimiento fueron los municipios de Chemax y Valladolid.</p>	<p>Durante la preparación del sitio y construcción se contempla se generarán 695 empleos directos los cuáles contribuirán a la calidad de vida de los trabajadores contratados y sus familias.</p> <p>No se espera que se dé un fenómeno de migración por lo que la ejecución del Proyecto no generará un incremento en la tasa de crecimiento del municipio de Valladolid en donde se llevará a cabo ni en los municipios que conforman el Área de Influencia.</p>	<p>No se contempla un fenómeno migratorio en el Área de Influencia del Proyecto. Se dará preferencia a la contratación de trabajadores de las localidades cercanas.</p>

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
Calidad de vida de la población	Índice de Marginación	De acuerdo a la Consejo Nacional de Población (CONAPO) en el 2010, de los doce municipios que integran el SAR, dos tienen marginación muy alta: Chemax y Tixcacalcupul; siete tienen marginación alta: Chichimilá, Cuncunul, Espita, Kaua, Tekom, Temozón y Uaymá; tres tienen marginación media: Calotmul, Tinum y Valladolid. Los mayores rezagos se presentan en el nivel de ingreso, educación y vivienda.	<p>Durante la preparación del sitio y construcción se contempla se generarán 695 empleos directos los cuáles contribuirán a la calidad de vida de los trabajadores contratados y sus familias.</p> <p>Durante la operación se generarán 16 empleos permanentes más 16 temporales.</p> <p>Durante la preparación del sitio y construcción del Proyecto transitarán 4,621 vehículos que podrían afectar a los habitantes de las localidades cercanas.</p>	<p>Se contratarán trabajadores de las localidades cercanas lo que implicará beneficios económicos a ellos y sus familias.</p> <p>Se contempla la elaboración e implementación un plan de tráfico vehicular, en donde se establecerán básicamente horarios y rutas.</p> <p>Por ningún motivo los vehículos utilizarán las vialidades de las localidades cercanas.</p> <p>El Proyecto contempla un Plan de Gestión Social para beneficio de los habitantes de las localidades cercanas</p>

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
Actividades productivas	Superficie dedicada a actividades agropecuarias	<p>De acuerdo con el plano de usos del suelo y vegetación de INEGI, serie V, aproximadamente 25,578 ha que representan el 17.74% de la superficie total del SAR está dedicada a las actividades agropecuarias. La agricultura que se realiza es de temporal y ocupa 6,683 ha mientras que los pastizales abarcan 18,895 ha.</p> <p>En el Área de Influencia se observa que aproximadamente el 82% de la superficie está ocupada por la selva mediana subcaducifolia en diferentes estados de conservación, el 12% es la superficie dedicada a actividades agropecuarias y el 6% son áreas de asentamientos, urbanos, infraestructura vial y eléctrica.</p> <p>En el Área del Proyecto la selva mediana subcaducifolia con diferentes grados de conservación ocupa 241.20 has (94.44%), la superficie agrícola es de 12.95 (5.07%) y 1.25 has en zonas artificiales (0.49%).</p> <p>En el Área del Proyecto se localizó un apiario con aproximadamente 20 colmenas.</p>	<p>El Proyecto disminuirá la superficie dedicada a las actividades agrícolas, sin embargo, esto será únicamente en <b>12.95 ha</b>.</p> <p>Otra actividad productiva que se verá impactada será la apicultura al disminuir la distribución y abundancia de las especies melíferas como el Tzitzilche (<i>Gymnopodium floribundum</i>).</p> <p>La economía local se verá beneficiada no solo por los empleos directos que serán generados, 695 durante la etapa de preparación del sitio y construcción, 32 durante la etapa de operación y mantenimiento sino también por la compra de insumos, materiales y servicios que se requerirán durante la construcción y en menor grado durante la operación y mantenimiento del Proyecto.</p>	<p>Se reubicarán las colmenas que se encuentran en el Área del Proyecto y se permitirá el crecimiento de herbáceas como el tajonal (<i>Viguiera dentata</i>) en los bordes de las vialidades internas, otras especies herbáceas que pueden propagarse por semilla son: <i>Heliotropium angiospermum</i>, <i>Commelina diffusa</i>, <i>Tradescantia spathaceae</i>, <i>Scleria lithosperma</i>, <i>Ocimum campechianum</i>, <i>Scutellaria gaumeri</i>, <i>Cissampelos pareira</i>, <i>Dorstenia contrajerva</i>, <i>Lasiacis sp</i> y <i>Lantana cámara</i>.</p>

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
Factores socioculturales	Presencia o ausencia de sitios con valor cultural o histórico	<p>En el Estado de Yucatán incluyendo el SAR existe un gran número de vestigios arqueológicos registrados por el Centro INAH Yucatán.</p> <p>El Proyecto se ubica en un área alejada de estos asentamientos, esto implica que es una densidad con menor densidad de ocupación y es probable que los vestigios que pudieran encontrarse fueron de elementos menores, con una distribución dispersa y con una ocupación temporal</p>	<p>En el SAR no se afectarán elementos culturales únicamente en el Área del Proyecto, durante la preparación del sitio y construcción del Proyecto existe la probabilidad de encontrar algún elemento cultural que pudiera verse afectado por las actividades y la presencia de personal.</p>	<p>Se llevará a cabo la gestión con el INAH para la prospección y en su caso el salvamento de elementos culturales por lo que estos no se verán afectados por la ejecución del Proyecto.</p>
Infraestructura	Infraestructura vial	<p>La principal vía de acceso es la carretera federal No. 180 Mérida-Valladolid, de esta carretera existen tres carreteras estatales una que va la localidad de Dzlás, otra a Chankom, también existe la carretera federal libre que pasa por Tekom y que llega a Felipe Carrillo Puerto.</p>	<p>Durante la preparación del sitio y construcción transitarán aproximadamente 4,621 vehículos, por lo que el tráfico en la carretera federal No.130 Mérida-Valladolid se incrementará.</p>	<p>Se contempla la elaboración e implementación un plan de tráfico vehicular, en donde se establecerán básicamente horarios y rutas.</p> <p>Los camiones, vehículos y maquinaria que se requieren para la ejecución del proyecto, por ningún motivo se estacionarán sobre la carretera federal No. 180 Mérida-Valladolid.</p> <p>Para garantizar lo anterior, se contempla la construcción de un camino de acceso, dos carriles de aceleración y desaceleración y un estacionamiento temporal dentro del Área del Proyecto.</p>

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
Infraestructura	Infraestructura eléctrica	<p>Actualmente en el SAR no existen operando parques solares fotovoltaicos a pesar de ser un área con alta radiación solar.</p> <p>La generación eléctrica la realizan dos centrales de ciclo combinado Felipe Carrillo Puerto y Valladolid III ubicadas en el municipio de Valladolid.</p>	<p>Con la operación del Proyecto se contribuirá a fortalecer la infraestructura eléctrica a partir de fuentes de energía renovables y cero emisiones de gases de efecto invernadero.</p> <p>El parque solar fotovoltaico tendrá una producción anual de energía superior a 176,475 MWh y una producción específica anual de aproximadamente 1,916 kWh/kWp/año.</p>	<p>No hay medidas de mitigación por ser un impacto positivo.</p>

## VII.4. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

De acuerdo a lo establecido en la Guía para la elaboración de una manifestación de impacto ambiental modalidad regional, se deben indicar las alternativas para el proyecto sobre:

- Ubicación; indicando los otros sitios alternativos de localización.
- De tecnología; indicando los procesos, métodos o técnicas alternativas.
- De reducción de la superficie a ocupar.
- De características en la naturaleza del proyecto, tales como dimensiones, cantidad y distribución de obras y actividades.
- De compensación de impactos residuales significativos.

A continuación, se presenta una síntesis del análisis realizado para cada uno de los puntos enlistados.

**Tabla VII. 3. Criterios de selección**

Factor considerado	Descripción
Ubicación	<p>La selección del sitio obedeció principalmente a la disponibilidad del recurso, ya que México a nivel mundial ocupa el 27 lugar con una contribución del 0.71% de energía solar por lo que, es uno de los cinco países más atractivos en el mundo para inversión en Proyectos de energía solar.</p> <p>La proximidad y viabilidad de conexión a la red de energía eléctrica, son factores determinantes para la ubicación del Proyecto, de acuerdo con el estudio realizado por la CENACE, se concluye que es viable la interconexión del Proyecto a la SE Valladolid en 115kV ya que no se presentarán sobrecargas en líneas de transmisión y en elementos de transformación, ni violaciones en los perfiles de tensión en la red de influencia atribuibles a la entrada en operación del Proyecto.</p> <p>Se requiere de una superficie continua de al menos 197 ha para la instalación de los paneles fotovoltaicos.</p> <p>Además, otros criterios relevantes utilizados en la selección del sitio fueron:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-La ubicación de las Áreas Naturales Protegidas, federales, estatales y municipales, así como las áreas de relevancia para la conservación. Así el sitio seleccionado no afectara a ningún ANP, ni se encuentra dentro de ninguna Región Terrestres ni Hidrológica Prioritaria, ni en un Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) o en un sitio RAMSAR.</li> <li>-Se consideró la relevancia de no afectar de ninguna forma a ningún cenote, por lo que se realizó un levantamiento LIDAR (siglas en ingles de Light Detection And Ranging - detección por luz y distancia). Como resultado de este levantamiento se identificó una oquedad, el Proyecto consideró las disposiciones del Reglamento de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán en materia de cenotes, cuevas y grutas para evitar cualquier afectación.</li> <li>-La localización del Proyecto consideró que no se contraviniera con ningún ordenamiento ecológico o urbano existente en la región legal. Se contempla el cumplimiento de la legislación ambiental y forestal vigente y aplicable, que ha expedido la SEMARNAT, así como de los demás organismos públicos federales, estatales y/o municipales.</li> </ul>

Factor considerado	Descripción
Tecnología	<p>El proyecto contempla el uso de técnicas tradicionales en la construcción, se implementará un Programa de Manejo Ambiental para garantizar el cumplimiento de las medidas de mitigación con el fin de minimizar los impactos ambientales.</p> <p>El Proyecto seleccionó los componentes más eficientes y adecuados a las características climatológicas del sitio en donde se instalará</p>
Superficie	<p>La cercanía del Área del Proyecto a la Subestación eléctrica de Valladolid permite minimizar la superficie afectada, de lo contrario la línea de transmisión podría ser de mayor longitud y por lo tanto mayor superficie de afectación.</p> <p>Por otro lado, el Proyecto contempla mantener áreas de conservación <b>45.35 ha</b>, se hará la restauración de las áreas afectadas temporalmente. Se permitirá el crecimiento de especies arbustivas en los bordes de las vialidades internas.</p> <p>Se llevará a cabo el manejo del derecho de vía de la línea de transmisión, de la siguiente forma: en el área de desplante de las torres y en la brecha de maniobra y patrullaje se llevará a cabo el desmonte a matarasa, en el resto del derecho de vía se dejará crecer la vegetación a una altura que no interfiera con el cableado.</p>
Características del Proyecto	<p>El Proyecto consiste en un parque de generación de energía solar fotovoltaica, con una capacidad nominal de 70 MW, que se interconectará con la SE Valladolid a través de a través de una subestación elevadora de 23kV/115 kV y una línea de transmisión de 115 k.</p> <p>La operación del Proyecto contribuirá al aumento de la capacidad instalada a nivel nacional de la generación de energía eléctrica renovable y a satisfacer la demanda del Sistema Interconectado Peninsular.</p> <p>El proyecto contribuye al cumplimiento de las metas establecidas tanto en el Programa Especial de Cambio Climático como en el Programa Especial de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Yucatán, ambos programas plantean la reducción de las emisiones de GEI mediante el impulso de la producción de energía a través del uso de fuentes renovables.</p>
Compensación	<p>El Proyecto contempla el desmonte de una superficie de las <b>206.51 ha</b> de selva mediana subcaducifolia con vegetación secundaria arbórea, esto se traducirá en la pérdida y fragmentación de la vegetación y por lo tanto la disminución del hábitat de las especies de fauna silvestre, afectación de la distribución y abundancia de las especies vegetales y de fauna silvestre incluyendo las especies que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>El Proyecto contempla la conservación de <b>45.35 ha</b>, la restauración de las áreas de afectación temporal, además de un Programa de rescate y reubicación de flora y fauna.</p> <p>Se realizará la aportación al Fondo Forestal Mexicano (FFM) que se indica en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento. Lo anterior en el entendido que la instancia responsable de la aplicación de los recursos aportados (CONAFOR) los canalizara a medidas de restauración de ecosistemas forestales.</p>

Considerando los criterios en la tabla anterior, el Área del Proyecto fue la mejor alternativa para la ejecución del Proyecto, por la cercanía hacia la red de interconexión del Sistema Eléctrico Nacional, no provocara conflictos sociales y por el contrario la población se verá beneficiado por la generación de empleos, aunque de manera temporal y en materia ambiental lograra compensar con medidas de mitigación y prevención aquellos impactos que pudiesen ser generados



# **CAPÍTULO VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**

## **CONTENIDO**

CAPÍTULO VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	1
VIII.1. Presentación de la información de fauna .....	1
VIII.1.1. Listado de especies de fauna con distribución potencial en el sistema ambiental regional ..	1
VIII.1.1.1. Anfibios y reptiles .....	1
VIII.1.1.2. Aves.....	5
VIII.1.1.3. Mamíferos .....	18
VIII.2. Resultados de la Matriz de Evaluación de Impacto Ambiental .....	22
VIII.3. Metodología aplicada para el cálculo de captura de bióxido de carbono equivalente. ....	28

## **TABLAS**

Tabla VIII. 1. Especies de anfibios y reptiles con distribución potencial en el SAR. ....	2
Tabla VIII. 2. Especies de aves con distribución potencial en el SAR.....	7
Tabla VIII. 3. Especies de mamíferos con distribución potencial en el SAR.....	19
Tabla VIII. 4. Resultados de la Evaluación de Impacto Ambiental por el método de Bojorquez-Tapia .....	22

# **CAPÍTULO VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**

## **VIII.1. PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE FAUNA**

### **VIII.1.1. LISTADO DE ESPECIES DE FAUNA CON DISTRIBUCIÓN POTENCIAL EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL**

#### **VIII.1.1.1. ANFIBIOS Y REPTILES**

La herpetofauna de la Península Yucatán se compone de 142 especies, 118 reptiles (Lagartijas, serpientes, tortugas y cocodrilos) siendo el grupo de las lagartijas y serpientes el más representado con 44 y 56 especies respectivamente y 24 anfibios (ranas, sapos y salamandras) en este grupo las ranas y sapos son el mejor representado con 21 especies, ambas clases representan 94 géneros y 33 familias que corresponde al 11,5% del conteo nacional de las especies (1240 especies; Parra-Olea et al. 2014; Flores-Villela y García-Vázquez, 2014).

Entre las 142 especies representadas en la Península de Yucatán el 19% son endémicas de esta región, con 24 especies de reptiles (20,3%) y tres especies de anfibios (12,5%) (Charruau et al. 2015). El número de especies endémicas es mayor en el extremo norte y disminuye rápidamente hacia el sur (Lee, 1980). Esto se puede atribuir al hecho de que la vegetación original de la zona noroccidental es el bosque tropical seco que se aísla de otros tales bosques, lo que lleva a un aumento de endemismo (Charruau et al. 2015).

El estado de Yucatán alberga 101 especies: 84 de reptiles y 17 de anfibios. De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010), son 39 las especies de reptiles en el estado que se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo: 7 en peligro de extinción, 9 amenazadas y 23 bajo protección especial. En anfibios son 6 las especies que se encuentran únicamente bajo protección especial (Chablé-Santos, 2010).

En el siguiente listado se presentan las especies potenciales que podrían registrarse, se incluye además su estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010. De acuerdo a las características de la especie, requerimientos de alimentación y hábitat, así como su grado de resistencia a la perturbación se incluyó una columna de permnencia, una vez que se ejecute el Proyecto.

Tabla VIII. 1. Especies de anfibios y reptiles con distribución potencial en el SAR.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	*NOM-059-SEMARNAT-2010	Permanencia
Caudata	Plethodontidae	<i>Bolitoglossa yucatanana</i>	Salamandra lengua de hongo de Yucatán	Pr	E
Anura	Rinophrynidae	<i>Rinophrynus dorsalis</i>	Sapo excavador	--	E
Anura	Craugastoridae	<i>Craugastor yucatanensis</i>	Rana de lluvia de Yucatán	Pr	N
Anura	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus fragilis</i>	Rana de labios blancos	--	R
Anura	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Rana del sabinal	--	E
Anura	Bufonidae	<i>Rhinella marina</i>	Sapo de la caña	--	A
Anura	Bufonidae	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo de la Costa del Golfo	--	A
Anura	Hylidae	<i>Agalychnis callidryas</i>	Rana de ojos rojos	--	N
Anura	Hylidae	<i>Tlalocohyla loquax</i>	Rana arborícola caoba	--	N
Anura	Hylidae	<i>Tlalocohyla picta</i>	Rana arborícola pintada	--	N
Anura	Hylidae	<i>Dendropsophus microcephalus</i>	Rana arborícola amarilla	--	N
Anura	Hylidae	<i>Trachycephalus typhonius</i>	Rana arborícola venosa	--	E
Anura	Hylidae	<i>Scinax staufferi</i>	Rana arborícola de Stauffer	--	E
Anura	Hylidae	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana arborícola común mexicana	--	E
Anura	Hylidae	<i>Tripurion petasatus</i>	Rana arborícola cabeza de casco yucateca	Pr	E
Anura	Microhylidae	<i>Hypopachus variolosus</i>	Rana oveja	--	N
Anura	Ranidae	<i>Lithobates brownorum</i>	Rana leopardo	Pr	N
Testudines	Kinosternidae	<i>Cryptochelys creaseri</i>	Tortuga de fango de Creaser	--	N
Testudines	Kinosternidae	<i>Kinosternon scorpioides</i>	Tortuga de fango escorpión	Pr	N
Testudines	Geoemydidae	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Tortuga de bosque	A	E
Testudines	Emydidae	<i>Trachemys venusta</i>	Tortuga hicotea	Pr	N
Testudines	Emydidae	<i>Terrapene yucatanana</i>	Tortuga de caja de Yucatán	Pr	E
Squamata	Eublepharidae	<i>Coleonyx elegans</i>	Gecko bandeado de Yucatán	A	E
Squamata	Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Gecko de casa	--	A
Squamata	Gekkonidae	<i>Thecadactylus rapicauda</i>	Gecko cola de nabo	Pr	N
Squamata	Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Basilisco café	--	E
Squamata	Corytophanidae	<i>Laemanctus serratus</i>	Lagartija cabeza de casco serrado	Pr	E
Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada negra	A	R
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija escamosa de Yucatán	--	A
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus lundelli</i>	Lagartija espinosa de Lundell	--	N
Squamata	Polychrotidae	<i>Anolis lemurinus</i>	Lagartija fantasma	--	E
Squamata	Polychrotidae	<i>Anolis rodriguezii</i>	Lagartija lisa	--	E
Squamata	Polychrotidae	<i>Anolis sagrei</i>	Lagartija café	--	R
Squamata	Polychrotidae	<i>Anolis sericeus</i>	Lagartija sedosa	--	E
Squamata	Polychrotidae	<i>Anolis tropidonotus</i>	Lagartija escamosa mayor	--	N

Orden	Familia	Especie	Nombre común	*NOM-059-SEMARNAT-2010	Permanencia
Squamata	Scincidae	<i>Mesoscincus schwartzei</i>	Esquinco de Schwartz	--	N
Squamata	Scincidae	<i>Marisora brachypoda</i>	Esquinco centroamericano	--	E
Squamata	Scincidae	<i>Scincella cherriei</i>	Esquinco café de bosque	--	N
Squamata	Teiidae	<i>Holcosus undulatus</i>	Lagartija arcoiris	--	A
Squamata	Teiidae	<i>Aspidoscelis angusticeps</i>	Lagartija cola de látigo de Yucatán	--	A
Squamata	Typhlopidae	<i>Typhlops microstomus</i>	Serpiente ciega yucateca	--	
Squamata	Boidae	<i>Boa imperator</i>	Boa constrictora	A	E
Squamata	Colubridae	<i>Coniophanes imperialis</i>	Serpiente de rayas negras	--	R
Squamata	Colubridae	<i>Coniophanes meridanus</i>	Serpiente sin rayas peninsular	--	A
Squamata	Colubridae	<i>Coniophanes schmidtii</i>	Serpiente de rayas negras de Schmidt	--	E
Squamata	Colubridae	<i>Conopsis concolor</i>	Serpiente guardacamino	--	R
Squamata	Colubridae	<i>Dipsas brevifacies</i>	Serpiente come-caracoles	Pr	E
Squamata	Colubridae	<i>Mastigodryas melanolomus</i>	Serpiente come-lagartijas	--	E
Squamata	Colubridae	<i>Drymarchon melanurus</i>	Serpiente índigo	--	R
Squamata	Colubridae	<i>Drymobius margaritiferus</i>	Serpiente corredora moteada	--	N
Squamata	Colubridae	<i>Pseudelaphe phaescens</i>	Serpiente ratonera tropical	Pr	E
Squamata	Colubridae	<i>Ficimia publia</i>	Serpiente manchada nariz de gancho	--	E
Squamata	Colubridae	<i>Imantodes gemmistratus</i>	Serpiente arborícola centroamericana	Pr	N
Squamata	Colubridae	<i>Imantodes tenuissimus</i>	Serpiente cabeza chata de Yucatán	Pr	N
Squamata	Colubridae	<i>Lampropeltis abnorma</i>	Falsa coralillo	A	E
Squamata	Colubridae	<i>Leptodeira frenata</i>	Serpiente ojos de gato de selva	--	E
Squamata	Colubridae	<i>Leptodeira polysticta</i>	Serpiente ojos de gato del norte	--	N
Squamata	Colubridae	<i>Leptophis mexicanus</i>	Serpiente loro mexicana	A	N
Squamata	Colubridae	<i>Coluber mentovarius</i>	Serpiente látigo neotropical	A	E
Squamata	Colubridae	<i>Ninia sebae</i>	Serpiente espalda-roja del café	--	R
Squamata	Colubridae	<i>Oxybelis aeneus</i>	Serpiente bejuquilla mexicana	--	N
Squamata	Colubridae	<i>Oxybelis fulgidus</i>	Serpiente bejuquilla verde	--	N
Squamata	Colubridae	<i>Phrynonax poecilonotus</i>	Serpiente sopladora	--	E
Squamata	Colubridae	<i>Scaphiodontophis annulatus</i>	Serpiente de bandas de Guatemala	--	N
Squamata	Colubridae	<i>Senticolis triaspis</i>	Serpiente ratonera peninsular	--	R
Squamata	Colubridae	<i>Tropidodipsas fasciatus</i>	Serpiente chupa-caracoles bandeada	--	N
Squamata	Colubridae	<i>Tropidodipsas sartorii</i>	Serpiente chupa-caracoles terrestre	Pr	E
Squamata	Colubridae	<i>Sibon nebulatus</i>	Serpiente chupa-caracoles nubosa	--	N
Squamata	Colubridae	<i>Sibon sanniolus</i>	Serpiente chupa-caracoles pigmea	--	E
Squamata	Colubridae	<i>Spilotes pullatus</i>	Serpiente arborícola tigre	--	N

Orden	Familia	Especie	Nombre común	*NOM-059-SEMARNAT-2010	Permanencia
Squamata	Colubridae	<i>Stenorrhina freminvillei</i>	Serpiente come-escorpiones de Freminville	--	R
Squamata	Colubridae	<i>Symphimus mayae</i>	Serpiente de labios blancos de Yucatán	Pr	E
Squamata	Colubridae	<i>Tantilla cuniculator</i>	Serpiente ciempiés de Yucatán	Pr	E
Squamata	Colubridae	<i>Tantilla moesta</i>	Serpiente ciempiés de vientre negro	--	E
Squamata	Colubridae	<i>Tantillita canula</i>	Serpiente enana de cola corta de Yucatán	--	R
Squamata	Colubridae	<i>Pliocercus elapoides</i>	Falsa coralillo	--	N
Squamata	Elapidae	<i>Micrurus diastema</i>	Coralillo variable	Pr	R
Squamata	Viperidae	<i>Agkistrodon russeolus</i>	Cantil yucateco	Pr	R
Squamata	Viperidae	<i>Bothrops asper</i>	Nauyaca real	--	E
Squamata	Viperidae	<i>Crotalus tzabcan</i>	Víbora de cascabel neotropical de Yucatán	Pr	R
Squamata	Viperidae	<i>Porthidium yucatanicum</i>	Víbora nariz de cerdo de Yucatán	Pr	E

Nota \*Categorías NOM-059-SEMARNAT-2010: Peligro de extinción (P), Amenazada (A), Protección especial (Pr), Probablemente extintas en el medio silvestre (E). Permanencia: (A): abundante, (R) regular, (E) escasa, (N) nula.

### VIII.1.1.2. AVES

La Península de Yucatán es reconocida como un área de importancia para la diversidad y conservación de aves residentes y migratorias, ya que en ella se han registrado 555 especies correspondientes a 75 familias taxonómicas, lo que representa el 51% de las aves observadas en México y el 77% de las registradas en los Estados Unidos y Canadá (MacKinnon, 2013).

También representa un corredor importante para las aves migratorias del norte que vuelan rumbo al sur en otoño y que retornan al norte en primavera (Paynter, 1955; Lynch, 1989). Se reconocen 217 migratorias que llegan a establecerse en la Península durante el tiempo que dura el invierno del norte o se encuentran de paso, descansando y alimentándose para posteriormente continuar con su viaje hacia terrenos más sureños (Greenberg, 1990).

Trabajos recientes efectuados en la Península se han dado a la tarea de estudiar los efectos de la alteración del hábitat en las comunidades de aves, como consecuencia de la acelerada tasa de deforestación y fragmentación que se presenta en México (Lynch y Whigham, 1995; Smith et al., 2001).

Para el estado de Yucatán se reporta la presencia de 465 especies de aves, incluidas en 22 órdenes, 68 familias y 275 géneros (MacKinnon, 2013). Esta riqueza es resultado de varios factores, entre los que resalta su ubicación en la zona más norteña de la península, lo que hace que varias especies provenientes del norte del continente (como las accidentales y ocasionales) se establezcan más rápida y fácilmente en el estado, antes que en otras zonas ubicadas en el centro y base de la península (Chablé-Santos y Pasos Enríquez, 2010). De acuerdo con Howell y Webb (1995) son 13 las aves endémicas de la Provincia Biótica Península de Yucatán y 14 son cuasiendémicas (especies cuya distribución fuera de México no sobrepasa los 35,000 Km<sup>2</sup>).

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010), son 64 las especies estatales que se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo: 10 en peligro de extinción, 39 bajo protección especial y 15 amenazadas.

Mediante el análisis de las especies consideradas como potenciales en el sitio de muestreo se plantea que particularmente 42 especies no utilizan el sitio básicamente por la ausencia de cuerpos de agua, tal es el caso de los patos (especies de los géneros *Anas* y *Aythya*), de los chorlos (especies de los géneros *Tringa* y *Calidris*), y como los martines pescadores *Chloroceryle americana*, *Megaceryle alcyon* y *Chloroceryle aenea*; aves que suelen utilizar zonas inundadas, lagunas y lagos en tierra para conseguir su alimento.

Treinta y tres especies están como poco probables para el sitio, principalmente por sus densidad baja; ejemplo de ello son los gavilanes del género *Accipiter*; así como los zorzales: *Catharus ustulatus* y *Hylocichla mustelina*) y los tucanes (*Pteroglossus torquatus* y *Ramphastos sulfuratus*).

Como probables de presentarse en el sitio son unas 122 especies, básicamente insectívoros como golondrinas (i.e. *Tachycineta bicolor* y *Petrochelidon pyrrhonota*), Colibríes (i.e. *Amazilia rutila* y *Chlorostilbon canivetii*), mosqueros (i.e. *Tyrannus sp*), los chipes (i.e. *Setophaga spp*) y bolseros (i.e. *Icterus sp*). La mayoría de ellas del grupo de las migratorias o transitorias.

Otras especies se consideraron con potencial de presencia en el sitio como probable, tratándose de especies principalmente terrestres o que podrían pasar por el sitio en bajos números y en vuelo a gran altura, este es el caso de algunos Accipitriformes (*Coragyps atratus* y especies del género *Buteo*). Otras especies que son consideradas como de paso por el Área del Proyecto son los halcones *Falco pererinus* y *Falco columbarius*.

**Tabla VIII. 2. Especies de aves con distribución potencial en el SAR**

Orden	Familia	Especie	Nombre común	*NOM-059-SEMARNAT-2010	Estatus	Presencia en el Área del Proyecto
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	Tinamú canelo	Pr	R	Verificada
Anseriformes	Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijije alas blancas	--	R	No, por ausencia de cuerpos de agua
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas discors</i>	Cerceta alas azules	--	MI	No, por ausencia de cuerpos de agua
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas acuta</i>	Pato golondrino	--	MI	No, por ausencia de cuerpos de agua
Anseriformes	Anatidae	<i>Aythya affinis</i>	Pato boludo menor	--	MI	No, por ausencia de cuerpos de agua
Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca común	--	R	Verificada
Galliformes	Cracidae	<i>Crax rubra</i>	Hocofaisan	A	R	Poco probable
Galliformes	Odontophoridae	<i>Colinus nigrogularis</i>	Codorniz yucateca	--	R Endémica	Probable
Galliformes	Odontophoridae	<i>Dactylortyx thoracicus</i>	Codorniz silbadora	Pr	R	Verificada
Galliformes	Phasianidae	<i>Meleagris ocellata</i>	Pavo ocelado	A	R Endémica	Verificada
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Tachybaptus dominicus</i>	Zambullidor menor	--	R	No, por ausencia de cuerpos de agua
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor pico grueso	--	R/MI	No, por ausencia de cuerpos de agua
Ciconiiformes	Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	Pr	R/MI	No, por ausencia de cuerpos de agua
Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán oliváceo	--	R	No, por ausencia de cuerpos de agua
Suliformes	Anhingidae	<i>Anhinga anhinga</i>	Anhinga americana	--	R/MI	No, por ausencia de cuerpos de agua
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre mexicana	Pr	R	No, por ausencia de cuerpos de agua
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	--	R/MI	No, por ausencia de cuerpos de agua
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	--	R/MI	No, por ausencia de cuerpos de agua
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garza dedos dorados	--	R/MI	No, por ausencia de cuerpos de agua
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	--	R/MI	No, por ausencia de cuerpos de agua



Orden	Familia	Especie	Nombre común	*NOM-059-SEMARNAT-2010	Estatus	Presencia en el Área del Proyecto
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta tricolor</i>	Garza tricolor	--	R/MI	No, por ausencia de cuerpos de agua
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	--	R	Poco probable
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Butorides virescens</i>	Garcita verde	--	R	No, por ausencia de cuerpos de agua
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Garza nocturna corona negra	--	R/MI	No, por ausencia de cuerpos de agua
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Cochlearius cochlearius</i>	Garza cucharon	--	R	No, por ausencia de cuerpos de agua
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	--	R	Probable
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	--	R/MI	Verificada
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Cathartes burrovianus</i>	Zopilote sabanero	Pr	R	Poco probable
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Sarcoramphus papa</i>	Zopilote rey	P	R	Poco probable
Accipitriformes	Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	Águila pescadora	--	R/MI	No, por ausencia de cuerpos de agua
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Leptodon cayanensis</i>	Gavilán cabeza gris	Pr	R	Verificada
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Gavilán pico gancho	Pr	R	Poco probable
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Elanoides forficatus</i>	Milano tijereta	Pr	T	Probable
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Elanus leucurus</i>	Milano cola blanca		R	Probable
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Gavilán caracolero	Pr	R	Poco probable
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Harpagus bidentatus</i>	Gavilán bidentado	Pr	R	Poco probable
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán pecho canela	Pr	R	Poco probable
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper	Pr	A	Poco probable
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Accipiter bicolor</i>	Gavilán bicolor	A	R	Poco probable
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranospiza caerulescens</i>	Gavilán zancón	A	R	Probable
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteogallus urubitinga</i>	Aguililla negra mayor	--	R	Verificada
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla caminera	--	R	Verificada
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris	--	R	Verificada
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo brachyurus</i>	Aguililla cola corta	--	R	Probable
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla aura	Pr	MI	Probable

Orden	Familia	Especie	Nombre común	*NOM-059-SEMARNAT-2010	Estatus	Presencia en el Área del Proyecto
Gruiformes	Rallidae	<i>Laterallus ruber</i>	Polluela canela	--	R	No, por ausencia de cuerpos de agua
Gruiformes	Rallidae	<i>Aramides cajaneus</i>	Rascón cuello gris	--	R	No, por ausencia de cuerpos de agua
Gruiformes	Rallidae	<i>Porzana carolina</i>	Polluela sora	--	MI	No, por ausencia de cuerpos de agua
Gruiformes	Rallidae	<i>Porphyrio martinicus</i>	Gallineta morada	--	R/MI	No, por ausencia de cuerpos de agua
Gruiformes	Rallidae	<i>Gallinula chloropus</i>	Gallineta frente roja	--	R/MI	No, por ausencia de cuerpos de agua
Gruiformes	Rallidae	<i>Fulica americana</i>	Gallareta americana	--	MI	No, por ausencia de cuerpos de agua
Gruiformes	Aramidae	<i>Aramus guarauna</i>	Carao	A	R	No, por ausencia de cuerpos de agua
Charadriiformes	Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Monjita americana	--	R/MI	No, por ausencia de cuerpos de agua
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius wilsonia</i>	Chorlo pico grueso	--	R/MI	No, por ausencia de cuerpos de agua
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius semipalmatus</i>	Chorlo semipalmeado	--	MI	No, por ausencia de cuerpos de agua
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo tildío	--	R/MI	No, por ausencia de cuerpos de agua
Charadriiformes	Jacanidae	<i>Jacana spinosa</i>	Jacana norteña	--	R	No, por ausencia de cuerpos de agua
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	Playero alzacolita	--	MI	No, por ausencia de cuerpos de agua
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa solitaria</i>	Playero solitario	--	MI	No, por ausencia de cuerpos de agua
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa melanoleuca</i>	Patamarilla mayor	--	MI/T	No, por ausencia de cuerpos de agua
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa flavipes</i>	Patamarilla menor	--	MI	No, por ausencia de cuerpos de agua
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris himantopus</i>	Playero zancón	--	MI/T	No, por ausencia de cuerpos de agua
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris minutilla</i>	Playero diminuto	--	MI/T	No, por ausencia de cuerpos de agua

Orden	Familia	Especie	Nombre común	*NOM-059-SEMARNAT-2010	Estatus	Presencia en el Área del Proyecto
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris melanotos</i>	Playero pectoral	--	T	No, por ausencia de cuerpos de agua
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Gallinago delicata</i>	Agachona norteamericana	--	MI	No, por ausencia de cuerpos de agua
Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma domestica	--	I	Probable
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada	--	R	Verificada
Columbiformes	Columbidae	<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma de collar turca	--	I	Probable
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	--	R/MI	Probable
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita pico rojo	--	R	Verificada
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita canela	--	R	Probable
Columbiformes	Columbidae	<i>Claravis pretiosa</i>	Tórtola azul	--	R	Probable
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	--	R	Verificada
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila jamaicensis</i>	Paloma caribeña	--	R	Verificada
Columbiformes	Columbidae	<i>Geotrygon montana</i>	Paloma canela	--	R	Probable
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cuclillo canela	--	R	Verificada
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Coccyzus americanus</i>	Cuclillo pico amarillo	--	T	Probable
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Coccyzus erythrophthalmus</i>	Cuclillo pico negro	--	T	Poco probable
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Tapera naevia</i>	Cuclillo rayado	--	R	Poco probable
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Dromococcyx phasianellus</i>	Cuclillo faisán	--	R	Verificada
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	--	R	Probable
Strigiformes	Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza de campanario	--	R	Probable
Strigiformes	Strigidae	<i>Megascops guatemalae</i>	Tecolote sapo	--	R	Verificada
Strigiformes	Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	Búho cornudo	--	R	Probable
Strigiformes	Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajoño	--	R	Verificada
Strigiformes	Strigidae	<i>Ciccaba virgata</i>	Búho café	--	R	Verificada
Strigiformes	Strigidae	<i>Ciccaba nigrolineata</i>	Búho blanquinegro	A	R	Poco probable
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras zumbón	--	R	Probable
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Chordeiles minor</i>	Chotacabras menor	--	T	Probable
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Chotacabras paraunque	--	R	Probable

Orden	Familia	Especie	Nombre común	*NOM-059-SEMARNAT-2010	Estatus	Presencia en el Área del Proyecto
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Nyctiphrynus yucatanicus</i>	Tapacamino huil	--	R Endémica	Probable
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Antrostomus carolinensis</i>	Tapacamino de Carolina	--	T	Poco probable
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Antrostomus badius</i>	Tapacamino Yucateco	--	R Endémica	Probable
Caprimulgiformes	Nyctibiidae	<i>Nyctibius jamaicensis</i>	Pájaro estaca norteño	--	R	Probable
Apodiformes	Apodidae	<i>Chaetura pelagica</i>	Vencejo de chimenea	--	T	Poco probable
Apodiformes	Apodidae	<i>Chaetura vauxi</i>	Vencejo de Vaux	--	R	Probable
Apodiformes	Trochilidae	<i>Anthracothorax prevostii</i>	Colibrí garganta negra	--	R	Probable
Apodiformes	Trochilidae	<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí garganta rubí	--	MI	Probable
Apodiformes	Trochilidae	<i>Chlorostilbon canivetii</i>	Esmeralda maya	--	R	Probable
Apodiformes	Trochilidae	<i>Campylopterus curvipennis</i>	Fandanguero Mexicano	--	R	Probable
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia candida</i>	Colibrí cándido	--	R	Verificada
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí Yucateco	--	R	Probable
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canela	--	R	Probable
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon melanocephalus</i>	Trogon cabeza negra	--	R	Probable
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon caligatus</i>	Trogon violáceo	--	R	Verificada
Coraciiformes	Momotidae	<i>Momotus momota</i>	Momoto corona azul	--	R	Verificada
Coraciiformes	Momotidae	<i>Eumomota superciliosa</i>	Momoto cejas azules	--	R	Probable
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Megaceryle alcyon</i>	Martin pescador norteño	--	MI	No, por ausencia de cuerpos de agua
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Chloroceryle americana</i>	Martin pescador verde	--	R	No, por ausencia de cuerpos de agua
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Chloroceryle aenea</i>	Martin pescador enano	--	R	No, por ausencia de cuerpos de agua
Piciformes	Bucconidae	<i>Notharchus hyperrhynchus</i>	Buco de collar	A	R	Poco probable
Piciformes	Ramphastidae	<i>Pteroglossus torquatus</i>	Tucancillo collarejo	Pr	R	Poco probable
Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos sulfuratus</i>	Tucán pico canoa	A	R	Poco probable
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	--	R Endémica	Verificada
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero Cheje	--	R	Verificada
Piciformes	Picidae	<i>Sphyrapicus varius</i>	Chupasavia vientre amarillo	--	MI	Probable

Orden	Familia	Especie	Nombre común	*NOM-059-SEMARNAT-2010	Estatus	Presencia en el Área del Proyecto
Piciformes	Picidae	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero Mexicano	--	R	Verificada
Piciformes	Picidae	<i>Picoides fumigatus</i>	Carpintero café	--	R	Verificada
Piciformes	Picidae	<i>Colaptes rubiginosus</i>	Carpintero oliva	--	R	Verificada
Piciformes	Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	--	R	Verificada
Piciformes	Picidae	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero pico plata	Pr	R	Verificada
Falconiformes	Falconidae	<i>Micrastur semitorquatus</i>	Halcón selvático de collar	Pr	R	Probable
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	--	R	Probable
Falconiformes	Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcón guaco	--	R	Probable
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano	--	MI	Probable
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco columbarius</i>	Halcón esmerejón	--	MI	Probable
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco rufigularis</i>	Halcón murcielaguero	--	R	Probable
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Pr	MI	Probable
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio	Pr	R	Verificada
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	Pr	R	Verificada
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona xantholora</i>	Loro Yucateco	A	R, Endémica	Verificada
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus doliatus</i>	Batara barrado	--	R	Probable
Passeriformes	Formicariidae	<i>Formicarius analis</i>	Hormiguero cholino cara negra	--	R	Probable
Passeriformes	Furnariidae	<i>Sittasomus griseicapillus</i>	Trepatroncos cabeza gris	--	R	Verificada
Passeriformes	Furnariidae	<i>Dendrocincla anabatina</i>	Trepatroncos sepia	Pr	R	Verificada
Passeriformes	Furnariidae	<i>Dendrocincla homochroa</i>	Trepatroncos canelo	--	R	Verificada
Passeriformes	Furnariidae	<i>Dendrocolaptes sanctithomae</i>	Trepatroncos barrado	Pr	R	Probable
Passeriformes	Furnariidae	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	Trepatroncos bigotudo	--	R	Verificada
Passeriformes	Furnariidae	<i>Synallaxis erythrothorax</i>	Hormiguero pepito	--	R	Probable
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Camptostoma imberbe</i>	Mosquero lampiño	--	R	Probable
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiopagis viridicata</i>	Elenia verdosa	--	R	Verificada
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Elaenia flavogaster</i>	Elenia vientre amarillo	--	R	Probable
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Mionectes oleagineus</i>	Mosquero ocrillo	--	R	Probable

Orden	Familia	Especie	Nombre común	*NOM-059-SEMARNAT-2010	Estatus	Presencia en el Área del Proyecto
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Oncostoma cinereigulare</i>	Mosquero pico curvo	--	R	Verificada
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Rhynchocyclus brevirostris</i>	Mosquero de anteojos	--	R	Probable
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	Mosquero ojos blancos	--	R	Verificada
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Onychorhynchus coronatus</i>	Mosquero real	P	R	Poco probable
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus virens</i>	Pibi orienta	--	T	Probable
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus cinereus</i>	Pibi tropical	--	R	Verificada
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax minimus</i>	Mosquero mínimo	--	MI	Probable
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	mosquero cardenal	--	R	Probable
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Attila spadiceus</i>	Atila	--	R	Verificada
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus yucatanensis</i>	Papamoscas yucateco	--	R Endémica	Verificada
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste	--	R	Verificada
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus crinitus</i>	Papamoscas viajero	--	MI	Probable
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Papamoscas tirano	--	R	Probable
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	--	R	Probable
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	--	R	Verificada
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	--	R	Verificada
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiodynastes maculatus</i>	Papamoscas rayado	--	MV	Verificada
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Papamoscas atigrado	--	MV	Probable
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	--	R	Probable
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus couchii</i>	Tirano silbador	--	R	Verificada
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus tyrannus</i>	Tirano dorso negro	--	T	Probable
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus savana</i>	Tirano tijereta gris	--	T	Poco probable
Passeriformes	Tityridae	<i>Schiffornis veraepacis</i>	Saltarín café	--	R	Poco probable
Passeriformes	Tityridae	<i>Tityra semifasciata</i>	Titira enmascarada	--	R	Verificada
Passeriformes	Tityridae	<i>Tityra inquisitor</i>	Titira pico negro	--	R	Verificada
Passeriformes	Tityridae	<i>Pachyramphus major</i>	Mosquero cabezón-mexicano	--	R	Probable
Passeriformes	Tityridae	<i>Pachyramphus aglaiae</i>	Mosquero cabezón-degollado	--	R	Verificada

Orden	Familia	Especie	Nombre común	*NOM-059-SEMARNAT-2010	Estatus	Presencia en el Área del Proyecto
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo griseus</i>	Vireo ojos blancos	--	MI	Probable
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	Pr	R	Verificada
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo flavifrons</i>	Vireo garganta amarilla	--	MI	Probable
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo philadelphicus</i>	Vireo de Filadelfia	--	MI	Probable
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo olivaceus</i>	Vireo ojo rojo	--	T	Probable
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo flavoviridis</i>	Vireo verdeamarillo	--	MV	Verificada
Passeriformes	Vireonidae	<i>Hylophilus decurtatus</i>	Verdillo gris	--	R	Poco probable
Passeriformes	Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Vireón ceja rufa	--	R	Verificada
Passeriformes	Corvidae	<i>Psilorhinus morio</i>	Chara papan	--	R	Probable
Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara verde	--	R	Verificada
Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara Yucateca	--	R Endémica	Verificada
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Progne subis</i>	Golondrina azul negra	--	T	Probable
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Progne chalybea</i>	Golondrina acerada	--	MV	Probable
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Tachycineta bicolor</i>	Golondrina bicolor	--	MI	Probable
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina manglera	--	R	Probable
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina aliaserrada	--	R	Probable
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Riparia riparia</i>	Golondrina ribereña	--	T	Probable
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	Golondrina risquera	--	T	Probable
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Petrochelidon fulva</i>	Golondrina pueblera	--	R	Probable
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	--	T	Probable
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Chivirin saltapared	--	R	Probable
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Thryothorus ludovicianus</i>	Chivirin de Carolina	--	R	Verificada
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Pheugopedius maculipectus</i>	Chivirin moteado	--	R	Verificada
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Uropisila leucogastra</i>	Chivirin vientre blanco	--	R	Verificada
Passeriformes	Poliptilidae	<i>Ramphocaenus melanurus</i>	Soterillo picudo	--	R	Probable
Passeriformes	Poliptilidae	<i>Poliptila caerulea</i>	Perlita azul-gris	--	R	Verificada
Passeriformes	Poliptilidae	<i>Poliptila plumbea</i>	Perlita tropical	Pr	R	Verificada
Passeriformes	Turdidae	<i>Catharus ustulatus</i>	Zorzal de Swainson	--	T	Poco probable

Orden	Familia	Especie	Nombre común	*NOM-059-SEMARNAT-2010	Estatus	Presencia en el Área del Proyecto
Passeriformes	Turdidae	<i>Hylocichla mustelina</i>	Zorzal maculado	--	MI/T	Poco probable
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo pardo	--	R	Verificada
Passeriformes	Mimidae	<i>Melanoptila glabriorostris</i>	Mauñador negro	--	R Endémica	Verificada
Passeriformes	Mimidae	<i>Dumetella carolinensis</i>	Mauñador gris	--	MI	Probable
Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	--	R	Probable
Passeriformes	Bombycillidae	<i>Bombycilla cedrorum</i>	Ampelis chinito	--	MI	Poco probable
Passeriformes	Parulidae	<i>Seiurus aurocapilla</i>	Chipe suelero	--	MI	Probable
Passeriformes	Parulidae	<i>Helmitheros vermivorum</i>	Chipe gusanero	--	MI	Probable
Passeriformes	Parulidae	<i>Parkesia motacilla</i>	Chipe arroyero	--	T	Probable
Passeriformes	Parulidae	<i>Parkesia noveboracensis</i>	Chipe charquero	--	MI	Probable
Passeriformes	Parulidae	<i>Vermivora chrysoptera</i>	Chipe ala dorada	--	T	Probable
Passeriformes	Parulidae	<i>Vermivora cyanoptera</i>	Chipa alazul	--	MI	Probable
Passeriformes	Parulidae	<i>Mniotilta varia</i>	Chipe trepador	--	MI	Probable
Passeriformes	Parulidae	<i>Protonotaria citrea</i>	Chipe dorado	--	MI/T	Probable
Passeriformes	Parulidae	<i>Limnothlypis swainsonii</i>	Chipe corona café	Pr	MI/T	Probable
Passeriformes	Parulidae	<i>Oreothlypis peregrina</i>	Chipe peregrino	--	T	Probable
Passeriformes	Parulidae	<i>Geothlypis poliocephala</i>	Mascarita pico grueso	--	R	Probable
Passeriformes	Parulidae	<i>Geothlypis philadelphia</i>	Chipe enlutado	--	T	Probable
Passeriformes	Parulidae	<i>Geothlypis formosa</i>	Chipe patilludo	--	MI/T	Probable
Passeriformes	Parulidae	<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita común	--	MI	Probable
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga citrina</i>	Chipe encapuchado	--	MI	Probable
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga ruticilla</i>	Chipe flameante	--	MI	Probable
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga cerulea</i>	Chipe cerúleo	--	T	Poco probable
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga americana</i>	Parula nortea	--	MI	Probable
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga magnolia</i>	Chipe de magnolia	--	MI	Probable
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga castanea</i>	Chipe castaño	--	T	Probable
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga fusca</i>	Chipe garganta naranja	--	T	Probable
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga petechia</i>	Chipe amarillo	--	MI	Probable



Orden	Familia	Especie	Nombre común	*NOM-059-SEMARNAT-2010	Estatus	Presencia en el Área del Proyecto
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga pensylvanica</i>	Chipe flanco castaño	--	MI/T	Probable
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga palmarum</i>	Chipe playero	--	MI	Poco probable
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga coronata</i>	Chipe coronado	--	MI	Probable
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga dominica</i>	Chipe garganta-amarilla	--	MI/T	Probable
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga virens</i>	Chipe dorso verde	--	MI/T	Probable
Passeriformes	Parulidae	<i>Basileuterus culicivorus</i>	Chipe corona dorada	--	R	Poco probable
Passeriformes	Parulidae	<i>Icteria virens</i>	Buscabreña	--	MI	Probable
Passeriformes	Thraupidae	<i>Eucometis penicillata</i>	Tangara cabeza gris	Pr	R	Verificada
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	Tangara azul-gris	--	R	Probable
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis abbas</i>	Tangara alamarilla	--	R	Probable
Passeriformes	Thraupidae	<i>Cyanerpes cyaneus</i>	Mielero pata-roja	--	MV	Verificada
Passeriformes	Familia <i>Incertae sedis</i>	<i>Saltator coerulescens</i>	Picurero grisáceo	--	R	Probable
Passeriformes	Familia <i>Incertae sedis</i>	<i>Saltator atriceps</i>	Picurero cabeza negra	--	R	Verificada
Passeriformes	Emberizidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	--	R	Verificada
Passeriformes	Emberizidae	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero de collar	--	R	Probable
Passeriformes	Emberizidae	<i>Tiaris olivaceus</i>	Semillero oliváceo	--	R	Verificada
Passeriformes	Emberizidae	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Rascador oliváceo	--	R	Verificada
Passeriformes	Emberizidae	<i>Arremonops chloronotus</i>	Rascador dorso verde	--	R	Poco probable
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga roseogularis</i>	Tangara yucateca	--	R Endémica	Probable
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	Tangara roja	--	MI	Probable
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga olivacea</i>	Tangara escarlata	--	T	Probable
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Habia rubica</i>	Tangara-hormiguero corona roja	--	R	Poco probable
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Habia fuscicauda</i>	Tangara-hormiguero garganta roja	--	R	Verificada
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	--	R	Probable
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Picogordo pecho rosa	--	MI	Probable
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Granatellus sallaei</i>	Granatelo yucateco	--	R	Verificada

Orden	Familia	Especie	Nombre común	*NOM-059-SEMARNAT-2010	Estatus	Presencia en el Área del Proyecto
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Cyanocopsa parellina</i>	Colorín azul-negro	--	R	Verificada
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina caerulea</i>	Picogordo azul	--	MI	Probable
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina cyanea</i>	Colorín azul	--	MI	Probable
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>	Colorín sietecolores	Pr	MI	Probable
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Spiza americana</i>	Arrocero americano	--	MI/T	Poco probable
Passeriformes	Icteridae	<i>Dolichonyx oryzivorus</i>	Tordo arrocero	--	T	Poco probable
Passeriformes	Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	--	R	Verificada
Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	--	R	Probable
Passeriformes	Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo	--	R	Verificada
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus prothemelas</i>	Bolsero dominico	--	R	Probable
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus spurius</i>	Bolsero castaño	--	MI	Probable
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero encapuchado	--	R	Verificada
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus chrysater</i>	Bolsero dorso dorado	--	R	Probable
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus mesomelas</i>	Bolsero cola amarilla	--	R	Probable
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero Yucateco	--	R Endémica	Verificada
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de Altamira	--	R	Verificada
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus galbula</i>	Bolsero de Baltimore	--	MI/T	Probable
Passeriformes	Icteridae	<i>Amblycercus holosericeus</i>	Cacique pico claro	--	R	Verificada
Passeriformes	Fringillidae	<i>Euphonia affinis</i>	Eufonia garganta-negra	--	R	Probable
Passeriformes	Fringillidae	<i>Euphonia hirundinacea</i>	Eufonia garganta-amarilla	--	R	Verificada
Passeriformes	Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguero dominico	--	R	Probable
Passeriformes	Estrildidae	<i>Lonchura malacca</i>	Munia tricolor	--	I	Poco probable

Nota \*Categorías NOM-059-SEMARNAT-2010: Peligro de extinción (P), Amenazada (A), Protección especial (Pr), Probablemente extintas en el medio silvestre (E).

\*\*\*R: residente; MV: migratoria de verano; MI: migratoria de invierno

### VIII.1.1.3. MAMÍFEROS

En el estado de Yucatán se registran 99 especies de mamíferos, 78 géneros, 26 subfamilias, 29 familias y 10 órdenes. Los órdenes más ricos en especies son Chiroptera con 43 especies y Rodentia con 19. (Sosa-Escalante et al. 2007).

En el estado se distribuyen 22 especies catalogadas en riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010, de estas 3 están sujetas a protección especial, 10 amenazadas, 9 en peligro de extinción, y una probablemente extinta en el medio silvestre (*Monachus tropicalis*). (Sosa-Escalante et al. 2007).

En la siguiente tabla se enlistan las especies de mamíferos con distribución potencial en el SAR, Área de Influencia y Área de Proyecto.

**Tabla VIII. 3. Especies de mamíferos con distribución potencial en el SAR**

Orden	Familia	Subfamilia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Didelphimorphia	Didelphidae	Didelphinae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache	
Didelphimorphia	Didelphidae	Didelphinae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	
Cingulata	Dasypodidae	Dasypodinae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo	
Pilosa	Myrmecophagidae	--	<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero, brazo fuerte	P
Soricomorpha	Soricidae	Soricinae	<i>Cryptotis mayensis</i>	Musaraña orejillas parda	Pr
Chiroptera	Emballonuridae	Emballonurinae	<i>Pteropteryx macrotis</i>	Murciélago	
Chiroptera	Emballonuridae	Emballonurinae	<i>Saccopteryx bilineata</i>	Murciélago	
Chiroptera	Mormoopidae	--	<i>Mormoops megalophyla</i>	Murciélago	
Chiroptera	Mormoopidae	--	<i>Pteronotus davyi</i>	Murciélago	
Chiroptera	Mormoopidae	--	<i>Pteronotus parnellii</i>	Murciélago	
Chiroptera	Phyllostomidae	Micronycterinae	<i>Micronycteris schmidtorum</i>	Murciélago orejón centroamericano	A
Chiroptera	Phyllostomidae	Desmodontinae	<i>Desmodus rotundus</i>	Vampiro	
Chiroptera	Phyllostomidae	Desmodontinae	<i>Diphylla ecaudata</i>	Vampiro	
Chiroptera	Phyllostomidae	Vampyrinae	<i>Chrotopterus aurita</i>	Vampiro falso lanuto	A
Chiroptera	Phyllostomidae	Phyllostominae	<i>Lonchorhina aurita</i>	Murciélago espada de Tomas	A
Chiroptera	Phyllostomidae	Phyllostominae	<i>Mimon cozumelae</i>	Murciélago	A
Chiroptera	Phyllostomidae	Phyllostominae	<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago	
Chiroptera	Phyllostomidae	Phyllostominae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago	
Chiroptera	Phyllostomidae	Phyllostominae	<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago	
Chiroptera	Phyllostomidae	Phyllostominae	<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélago	
Chiroptera	Phyllostomidae	Phyllostominae	<i>Carollia sowelli</i>	Murciélago	
Chiroptera	Phyllostomidae	Phyllostominae	<i>Centurio senex</i>	Murciélago	
Chiroptera	Phyllostomidae	Phyllostominae	<i>Chiroderma villosum</i>	Murciélago	
Chiroptera	Phyllostomidae	Phyllostominae	<i>Dermanura phaeotis</i>	Murciélago	
Chiroptera	Phyllostomidae	Phyllostominae	<i>Sturnira lilium</i>	Murciélago	
Chiroptera	Natalidae	--	<i>Natalus mexicanus</i>	Murciélago	

Orden	Familia	Subfamilia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Chiroptera	Vespertilionidae	Myotinae	<i>Miotis elegans</i>	Murciélago	
Chiroptera	Vespertilionidae	Myotinae	<i>Myotis keaysi</i>	Murciélago	
Chiroptera	Vespertilionidae	Vespertilioninae	<i>Rhogeessa aeneus</i>	Murciélago	
Chiroptera	Molossidae	Molossinae	<i>Eumops underwoodi</i>	Murciélago	
Chiroptera	Molossidae	Molossinae	<i>Molossus molossus</i>	Murciélago	
Chiroptera	Molossidae	Molossinae	<i>Molossus rufus</i>	Murciélago	
Carnivora	Canidae	--	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	
Carnivora	Felidae	Felinae	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	Jaguarundi	A
Carnivora	Felidae	Felinae	<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	P
Carnivora	Felidae	Felinae	<i>Leopardus wiedii</i>	Tigrillo	P
Carnivora	Mustelidae	Mustelinae	<i>Eira barbara</i>	Tayra, cabeza de viejo	P
Carnivora	Mustelidae	Mustelinae	<i>Galictis vittata</i>	Grisón	A
Carnivora	Mustelidae	Mustelinae	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja	
Carnivora	Mephitidae	--	<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorrillo cadeno	
Carnivora	Mephitidae	--	<i>Spilogale angustifrons</i>	Zorrillo manchado	
Carnivora	Procyonidae	Potosinae	<i>Potos flavus</i>	Mico de noche, martucha	Pr
Carnivora	Procyonidae	Procyoninae	<i>Bassariscus sumichrasti</i>	Cacomixtle tropical	Pr
Carnivora	Procyonidae	Procyoninae	<i>Nasua narica</i>	Coatí, tejón	
Carnivora	Procyonidae	Procyoninae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	
Artiodactyla	Cervidae	Odocoileinae	<i>Mazama americana</i>	Temazate	
Artiodactyla	Cervidae	Odocoileinae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	
Artiodactyla	Tayassuidae	--	<i>Pecari tajacu</i>	Pecari de collar	
Rodentia	Sciuridae	Sciurinae	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla yucateca	
Rodentia	Geomyidae	--	<i>Orthogeomys hispidus</i>	Tuza	
Rodentia	Heteromyidae	Heteromyinae	<i>Heteromys gaumeri</i>	--	
Rodentia	Cricetidae	Neotominae	<i>Oligoryzomys fulvescens</i>	--	
Rodentia	Cricetidae	Neotominae	<i>Otonyctomys hatti</i>	Rata vespertina yucateca	A
Rodentia	Cricetidae	Neotominae	<i>Otodylomys phyllotis</i>	--	

Orden	Familia	Subfamilia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Rodentia	Cricetidae	Neotominae	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	--	
Rodentia	Cricetidae	Neotominae	<i>Reithrodontomys gracilis</i>	Ratón cosechero	
Rodentia	Cricetidae	Neotominae	<i>Sigmodon hispidus</i>	--	
Rodentia	Erethizontidae	Erethizontinae	<i>Sphiggurus mexicanus</i>	Puerco espín tropical	A
Rodentia	Cuniculidae	--	<i>Cuniculus paca</i>	Tepezcuintle	
Rodentia	Dasyproctidae	--	<i>Dasyprocta punctata</i>	Serete, sereque	
Lagomorpha	Leporidae	Leporinae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo	

## VIII.2. RESULTADOS DE LA MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Tabla VIII. 4. Resultados de la Evaluación de Impacto Ambiental por el método de Bojorquez- Tapia

Componentes ambientales	Actividad	Criterios Básicos			Criterios Complementarios				Indices		Significancia		Clase de impacto
		Magnitud	Extensión	Duración	Sinergia	Acumulacion	Controversia	Mitigación	MED	SAC	I	S	
<b>Medio Físico</b>													
Microclima	Desmante	3	3	7	0	2	6	4	0.48	0.30	0.60	0.33	Moderado
	Instalación y montaje de paneles fotovoltaicos	4	7	7	0	0	0	0	0.67	0.00	0.67	0.67	Alto
Cambio climático	Desmante	1	6	6	0	2	6	6	0.48	0.30	0.60	0.20	Bajo
	Operación y mantenimiento del parque fotovoltaico	3	6	6	0	0	0	0	0.56	0.00	0.56	0.56	Alto
Calidad del aire	Uso de maquinaria y equipo	3	3	4	0	0	0	5	0.37	0.00	0.37	0.16	Bajo
	Instalaciones temporales	1	1	4	0	0	0	5	0.22	0.00	0.22	0.10	Bajo
	Desmante	3	3	4	0	2	6	5	0.37	0.30	0.50	0.22	Bajo
	Despalme	3	3	4	0	2	6	5	0.37	0.30	0.50	0.22	Bajo
	Movimiento de tierras	3	3	4	0	0	0	4	0.37	0.00	0.37	0.21	Bajo
	Transporte y acarreo de materiales y equipo	3	7	4	0	0	0	5	0.52	0.00	0.52	0.23	Bajo
Calidad acústica	Contratación del personal	3	3	4	0	0	0	5	0.37	0.00	0.37	0.16	Bajo
	Uso de maquinaria y equipo	3	3	4	0	0	0	0	0.37	0.00	0.37	0.37	Moderado
	Transporte y acarreo de materiales y equipo	3	7	4	0	0	0	5	0.52	0.00	0.52	0.23	Bajo
Topografía	Movimiento de tierras	3	3	4	0	0	0	5	0.37	0.00	0.37	0.16	Bajo
	Contratación del personal	3	3	4	0	0	0	5	0.37	0.00	0.37	0.16	Bajo

Componentes ambientales	Actividad	Criterios Básicos			Criterios Complementarios				Indices		Significancia		Clase de impacto
		Magnitud	Extensión	Duración	Sinergia	Acumulacion	Controversia	Mitigación	MED	SAC	I	S	
Características fisicoquímicas del suelo	Uso de maquinaria y equipo	3	3	4	0	0	0	5	0.37	0.00	0.37	0.16	Bajo
	Instalaciones temporales	1	1	4	0	0	0	5	0.22	0.00	0.22	0.10	Bajo
	Desmante	3	3	7	0	2	6	4	0.48	0.30	0.60	0.33	Moderado
	Despalme	3	3	7	0	2	6	4	0.48	0.30	0.60	0.33	Moderado
	Movimiento de tierras	3	3	4	0	0	0	0	0.37	0.00	0.37	0.37	Moderado
	Instalaciones auxiliares	1	1	7	0	0	0	5	0.33	0.00	0.33	0.15	Bajo
	Subestación eléctrica	1	1	7	0	0	0	4	0.33	0.00	0.33	0.19	Bajo
	Caminos de acceso y carriles de aceleración y desaceleración	1	1	7	0	0	0	4	0.33	0.00	0.33	0.19	Bajo
	Contratación del personal	1	1	7	0	0	0	5	0.33	0.00	0.33	0.15	Bajo
Patrón de drenaje	Movimiento de tierras	3	3	4	0	0	0	5	0.37	0.00	0.37	0.16	Bajo
	Instalaciones auxiliares	1	1	7	0	0	0	5	0.33	0.00	0.33	0.15	Bajo
	Subestación eléctrica	1	1	7	0	0	0	5	0.33	0.00	0.33	0.15	Bajo
Características fisicoquímicas del agua superficial	Contratación del personal	3	3	4	0	0	0	5	0.37	0.00	0.37	0.16	Bajo
	Uso de maquinaria y equipo	3	3	4	0	0	0	5	0.37	0.00	0.37	0.16	Bajo
	Instalaciones temporales	1	1	4	0	0	0	5	0.22	0.00	0.22	0.10	Bajo
	Contratación del personal	1	1	7	0	0	0	5	0.33	0.00	0.33	0.15	Bajo
Superficie de infiltración y volumen	Trazo y delimitación	1	1	4	0	0	0	0	0.22	0.00	0.22	0.22	Bajo
Superficie de infiltración y volumen	Intalaciones auxiliares	1	1	7	0	0	0	5	0.33	0.00	0.33	0.15	Bajo
	Subestación eléctrica	1	1	7	0	0	0	5	0.33	0.00	0.33	0.15	Bajo



Componentes ambientales	Actividad	Criterios Básicos			Criterios Complementarios				Indices		Significancia		Clase de impacto
		Magnitud	Extensión	Duración	Sinergia	Acumulacion	Controversia	Mitigación	MED	SAC	I	S	
	Camino de acceso y carriles de aceleración y desaceleración	1	1	7	0	0	0	4	0.33	0.00	0.33	0.19	Bajo
Características fisicoquímicas de agua subterránea	Contratación del personal	3	3	4	0	0	0	5	0.37	0.00	0.37	0.16	Bajo
	Instalaciones temporales	1	1	4	0	0	0	5	0.22	0.00	0.22	0.10	Bajo
	Contratación del personal	1	1	7	0	0	0	5	0.33	0.00	0.33	0.15	Bajo
<b>Medio biótico</b>													
Cobertura	Trazo y delimitación	1	1	7	0	0	0	5	0.33	0.00	0.33	0.15	Bajo
	Desmante	7	6	9	0	0	9	1	0.81	0.33	0.87	0.78	Muy alta
	Operación y mantenimiento del parque fotovoltaico	3	3	6	0	0	0	4	0.44	0.00	0.44	0.25	Bajo
	Operación y mantenimiento de la línea de transmisión	2	3	4	0	0	0	4	0.33	0.00	0.33	0.19	Bajo
Distribución y abundancia de las especies vegetales	Uso de maquinaria y equipo	1	3	4	0	0	0	5	0.30	0.00	0.30	0.13	Bajo
	Desmante	7	6	9	0	0	9	1	0.81	0.33	0.87	0.78	Muy alta
	Operación y mantenimiento de la línea de transmisión	2	1	4	0	0	0	4	0.26	0.00	0.26	0.14	Bajo
Especies vegetales en estatus de conservación	Contratación del personal	3	3	4	0	0	0	5	0.37	0.00	0.37	0.16	Bajo
	Uso de maquinaria y equipo	3	3	4	0	0	0	5	0.37	0.00	0.37	0.16	Bajo
	Desmante	7	6	9	0	0	9	1	0.81	0.33	0.87	0.78	Muy alta
Habitat	Contratación del personal	3	3	4	0	2	6	5	0.37	0.30	0.50	0.22	Bajo
Habitat	Uso de maquinaria y equipo	3	3	4	0	0	0	5	0.37	0.00	0.37	0.16	Bajo
	Desmante	7	6	9	0	0	9	1	0.81	0.33	0.87	0.78	Muy alta
	Operación y mantenimiento del parque fotovoltaico	3	3	6	0	0	0	4	0.44	0.00	0.44	0.25	Bajo

Componentes ambientales	Actividad	Criterios Básicos			Criterios Complementarios				Indices		Significancia		Clase de impacto
		Magnitud	Extensión	Duración	Sinergia	Acumulacion	Controversia	Mitigación	MED	SAC	I	S	
	Operación y mantenimiento de la línea de transmisión	2	1	4	0	0	0	4	0.26	0.00	0.26	0.14	Bajo
Abundancia y distribución de las especies de anfibios y reptiles	Contratación del personal	3	3	4	0	0	0	5	0.37	0.00	0.37	0.16	Bajo
	Uso de maquinaria y equipo	3	3	4	0	0	0	5	0.37	0.00	0.37	0.16	Bajo
	Desmante	7	6	9	0	0	9	1	0.81	0.33	0.87	0.78	Muy alta
	Transporte y acarreo de materiales y equipo	3	7	4	0	0	0	5	0.52	0.00	0.52	0.23	Bajo
	Caminos de acceso y carriles de aceleración y desaceleración	1	1	4	0	0	0	5	0.22	0.00	0.22	0.10	Bajo
	Contratación del personal	1	1	4	0	0	0	5	0.22	0.00	0.22	0.10	Bajo
Abundancia y distribución de las especies de aves	Contratación del personal	3	3	4	0	0	0	5	0.37	0.00	0.37	0.16	Bajo
	Desmante	3	3	7	0	2	6	4	0.48	0.30	0.60	0.33	Moderado
	Operación y mantenimiento de la línea de transmisión	2	1	4	0	0	0	4	0.26	0.00	0.26	0.14	Bajo
Abundancia y distribución de las especies de mamíferos	Contratación del personal	3	3	4	0	0	0	5	0.37	0.00	0.37	0.16	Bajo
	Uso de maquinaria y equipo	3	3	4	0	0	0	5	0.37	0.00	0.37	0.16	Bajo
	Desmante	7	6	9	0	0	9	1	0.81	0.33	0.87	0.78	Muy alta
Abundancia y distribución de las especies de mamíferos	Transporte y acarreo de materiales y equipo	3	7	4	0	0	0	5	0.52	0.00	0.52	0.23	Bajo
	Caminos de acceso y carriles de aceleración y desaceleración	1	1	4	0	0	0	5	0.22	0.00	0.22	0.10	Bajo
Especies de fauna en estatus de conservación	Contratación del personal	3	3	4	0	0	0	5	0.37	0.00	0.37	0.16	Bajo
	Uso de maquinaria y equipo	3	3	4	0	0	0	5	0.37	0.00	0.37	0.16	Bajo

Componentes ambientales	Actividad	Criterios Básicos			Criterios Complementarios				Indices		Significancia		Clase de impacto
		Magnitud	Extensión	Duración	Sinergia	Acumulacion	Controversia	Mitigación	MED	SAC	I	S	
	Desmante	7	6	9	0	0	9	1	0.81	0.33	0.87	0.78	Muy alta
	Transporte y acarreo de materiales y equipo	3	7	4	0	0	0	5	0.52	0.00	0.52	0.23	Bajo
	Caminos de acceso y carriles de aceleración y desaceleración	1	1	4	0	0	0	5	0.22	0.00	0.22	0.10	Bajo
<b>Medio socioeconómico</b>													
Calidad del paisaje	Uso de maquinaria y equipo	3	3	4	0	0	0	5	0.37	0.00	0.37	0.16	Bajo
	Instalaciones temporales	1	1	4	0	0	0	5	0.22	0.00	0.22	0.10	Bajo
	Desmante	3	3	6	0	0	0	3	0.44	0.00	0.44	0.30	Moderado
	Instalación y montaje de paneles fotovoltaicos	3	3	6	0	0	0	0	0.44	0.00	0.44	0.44	Moderado
	Instalaciones auxiliares	1	1	6	0	0	0	4	0.30	0.00	0.30	0.16	Bajo
	Subestación eléctrica	1	1	6	0	0	0	4	0.30	0.00	0.30	0.16	Bajo
	Línea de transmisión	2	1	6	0	0	0	4	0.33	0.00	0.33	0.19	Bajo
	Caminos de acceso y carriles de aceleración y desaceleración	1	1	6	0	0	0	4	0.30	0.00	0.30	0.16	Bajo
Calidad del paisaje	Operación y mantenimiento de la línea de transmisión	2	1	6	0	0	0	4	0.33	0.00	0.33	0.19	Bajo
Calidad de vida	Arrendamiento o servidumbre de paso	6	3	6	0	0	0	0	0.56	0.00	0.56	0.56	Moderado
	Contratación del personal	6	3	4	0	0	0	0	0.48	0.00	0.48	0.48	Moderado
	Contratación del personal	1	1	3	0	0	0	0	0.19	0.00	0.19	0.19	Bajo
	Operación y mantenimiento del parque fotovoltaico	9	6	6	0	0	0	0	0.78	0.00	0.78	0.78	Muy alta

Componentes ambientales	Actividad	Criterios Básicos			Criterios Complementarios				Indices		Significancia		Clase de impacto
		Magnitud	Extensión	Duración	Sinergia	Acumulacion	Controversia	Mitigación	MED	SAC	I	S	
	Operación y mantenimiento de la línea de transmisión	9	6	6	0	0	0	0	0.78	0.00	0.78	0.78	Muy alta
Filujo vehicular	Uso de maquinaria y equipo	3	3	4	0	0	0	5	0.37	0.00	0.37	0.16	Bajo
	Transporte y acarreo de materiales y equipo	7	7	4	0	0	0	5	0.67	0.00	0.67	0.30	Moderado
Actividades productivas	Contratación del personal	7	3	4	0	0	0	0	0.52	0.00	0.52	0.52	Moderado
	Instalaciones temporales	3	1	4	0	0	0	0	0.30	0.00	0.30	0.30	Moderado
	Desmonte	7	3	7	0	0	0	7	0.63	0.00	0.63	0.14	Bajo
	Transporte y acarreo de materiales y equipo	7	7	4	0	0	0	0	0.67	0.00	0.67	0.67	Moderado
Infraestructura vial	Uso de maquinaria y equipo	3	3	4	0	0	0	4	0.37	0.00	0.37	0.21	Bajo
	Transporte y acarreo de materiales y equipo	4	7	4	0	0	0	5	0.56	0.00	0.56	0.25	Bajo
	Caminos de acceso y carriles de aceleración y desaceleración	4	3	4	0	0	0	0	0.41	0.00	0.41	0.41	Moderado
Infraestructura eléctrica	Operación y mantenimiento del parque fotovoltaico	9	6	6	0	0	0	0	0.78	0.00	0.78	0.78	Muy alta
	Operación y mantenimiento de la línea de transmisión	9	6	6	0	0	0	0	0.78	0.00	0.78	0.78	Muy alta

### VIII.3. METODOLOGÍA APLICADA PARA EL CÁLCULO DE CAPTURA DE BIÓXIDO DE CARBONO EQUIVALENTE

El carbono inorgánico en forma de dióxido de carbono, se incorpora a compuestos orgánicos por acción de los organismos fotosintéticos. De esta manera el servicio ambiental principal de la vegetación es la mitigación de los gases con efecto invernadero, mediante la fijación reducción y almacenamiento de carbono (CO<sub>2</sub>) y otros gases con efecto invernadero (Espinoza, et al. 1999)<sup>1</sup>.

La vegetación tiene una importante participación en el ciclo del carbono. Las plantas superiores adquieren el CO<sub>2</sub> atmosférico por difusión a través de las hojas y es transportado a los sitios donde se lleva a cabo la fotosíntesis, generando oxígeno. Cierta cantidad de este CO<sub>2</sub> regresa a la atmósfera, y una cantidad que se fija y se convierte en carbohidratos durante la fotosíntesis (producción primaria bruta, o PPB). La PPB se ha estimado globalmente en 120 PgC/año. La mitad de la PPB (60 PgC/ año) se incorpora en los tejidos vegetales, como hojas, raíces y tejido leñoso, y la otra mitad regresa a la atmósfera como CO<sub>2</sub> debido a la respiración autotrófica (respiración de los tejidos vegetales). El crecimiento anual de las plantas es el resultado de la diferencia entre el carbono fijado y el respirado (Jaramillo, 2007).<sup>2</sup>

La vegetación y suelo de los bosques retienen casi el 40% de todo el carbón almacenado en los ecosistemas terrestres. Mucho de este es almacenado en el gran bosque boreal del hemisferio norte y en los bosques tropicales de Sudamérica y África. Además, la regeneración de los bosques en el hemisferio norte frecuentemente absorbe dióxido de carbono de la atmósfera. Sin embargo, en los trópicos el desmonte de los bosques y la degradación actúan juntos como una red de emisiones de carbono.<sup>3</sup>

Por tal motivo, la reducción de la cobertura vegetal conlleva el riesgo en la obvia reducción de organismos que favorecen la captación del carbono y de generación de oxígeno, hecho que tiene repercusiones en el calentamiento a nivel global, toda vez que se suma a diferentes impactos naturales o antrópicos (quemadas, generación de gases de combustión).

Hay muchas dificultades para estimar la cantidad de carbono que puede ser capturado o conservado en un proyecto forestal determinado, aunque, por otra parte, hay algunas aproximaciones alternativas para evaluar el carbono secuestrado.

Existen diversas metodologías aplicables para la medición de carbono en la biomasa forestal; una muy conocida es la publicada por FAO; otra universalmente aceptada es la descrita por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, en sus directrices para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (GEI). A falta de alguna metodología, para el caso que nos ocupa

---

<sup>1</sup> Espinoza, N., Gatica, J. y J.Smyle. 1999. El pago de servicios ambientales y el desarrollo sostenible en el medio rural. Serie de publicaciones RUTA. Costa Rica, 91 pp

<sup>2</sup> Jaramillo, V. 2007. El ciclo Global del carbono. Instituto Nacional de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Consulta electrónica. Revisado 24 Agosto 2011 <<http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/437/jaramillo.html>

<sup>3</sup> The International Union for Conservation(Lead Author);Stephen C. Nodvin (Topic Editor) "Forest environmental services". In: Encyclopedia of Earth. Eds. Cutler J. Cleveland (Washington, D.C.: Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment). [First published in the Encyclopedia of Earth August 22, 2008; <[http://www.eoearth.org/article/Forest\\_environmental\\_services](http://www.eoearth.org/article/Forest_environmental_services)>

se utilizará el Método aproximado para la estimación de la biomasa según la publicación forestal 134 de la FAO (1997, 2000)<sup>4</sup>. Para realizar dicho cálculo es necesario:

- 1) Obtener las existencias volumétricas promedio de la masa de la cual se quiere estimar la biomasa arriba del suelo en m<sup>3</sup>/hectárea.
- 2) Estimar la densidad promedio de la madera de los árboles de esa masa en toneladas/m<sup>3</sup>.
- 3) Calcular la biomasa de los árboles con la siguiente expresión:

Biomasa arriba del suelo = Vol m<sup>3</sup>/ha X densidad de la madera en ton/m<sup>3</sup>= biomasa en ton/ha

El volumen maderable (m<sup>3</sup>) debe convertirse a peso en seco (ton), multiplicando por un factor de conversión conocido como densidad básica de la madera (D) en (t/m<sup>3</sup>). Considerando que para la Selva mediana subcaducifolia (SMSc) del Área del Proyecto se obtuvo un volumen de materias primas forestales de 141.438 m<sup>3</sup>/ha se observa que:

$$\text{Biomasa SMSc} = 141.438 \text{ m}^3/\text{ha} \times 0.6 \text{ ton/m}^3 = 84.863 \text{ ton/ha}$$

- 4) Aplicar un factor de ajuste de acuerdo a lo siguiente:

- Si la biomasa por hectárea es mayor o igual a 190 ton/ha= 1.74
- Si la biomasa por hectárea es menor a 190 ton/ha= 2.66

- 5) Hacer el cálculo final de la biomasa de los árboles inventariados arriba del suelo, multiplicando el resultado del inciso 3, por el factor de ajuste correspondiente. Se considera que la cantidad de carbono almacenado es aproximadamente el 50% del resultado obtenido, ya que se sabe que el carbono contenido en la biomasa es aproximadamente el 50% del peso seco (Montoya, *et al.* 2002<sup>5</sup>). De esta manera, tenemos que:

$$\text{SMSC} = 84.863 \text{ ton/ha} \times 2.66 = 225.735 \times 0.50 = 112.868 \text{ tCO}_2\text{e}$$

Dónde: tCO<sub>2</sub>e toneladas de bióxido de carbono equivalente,  
(Aunque en el texto en general, se le alude sólo como carbono)

Considerando el factor anterior este se multiplica por la superficie para determinar el almacenamiento de CO<sub>2</sub> de la selva mediana subcaducifolia.

La selva mediana subcaducifolia ocupa una superficie de 115,377 ha en el SAR y almacena 13,022,316.32 toneladas de CO<sub>2</sub>e. Por el desmonte de 206.51 ha, que se requiere para la ejecución del Proyecto se estimó que se dejarán de capturar anualmente hasta **23,308.27** toneladas de CO<sub>2</sub>e.

---

<sup>4</sup> FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Global forest resources assessment 2000 - main report. FAO Forestry Paper No. 140. Rome [www.fao.org/forestry/site/7949/en](http://www.fao.org/forestry/site/7949/en)

<sup>5</sup> Montoya, G., Soto, L., De Jong, B., Nelson, K., Farías, P., Yakactik, P. y J. Taylor. 2002. Desarrollo forestal sustentable, Captura de Carbono en las zonas Tzeltal y Tojolabal del estado de Chiapas.