

**Área que clasifica.** -Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental

**Identificación del documento.** -Versión pública del presente estudio en materia de impacto ambiental.

**Partes clasificadas.** -Nombre, correo electrónico, teléfono(s), domicilio, rfc, curp, fotografías, firmas concernientes a las personas físicas identificadas e identificables, diversas al promovente o su representante legal.

**Fundamento Legal.** - La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el artículo 116 primer párrafo de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública y 113, fracción I, de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

**Razones.** - Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Maestro Alejandro Pérez Hernández', is written over a horizontal line. The signature is somewhat stylized and overlaps the line.

**Firma del titular.- Maestro Alejandro Pérez Hernández**

**Fecha y número del acta de la sesión del Comité donde se aprobó la versión pública.** -Resolución **ACTA\_15\_2022\_SIPOT\_2T\_2022\_ART69**, en la sesión celebrada el 15 de Julio de 2022.



# MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

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.

**DIRECCION GENERAL DE**  
IMPACTO Y RIESGO  
**AMBIENTAL**



Sistema de Autopistas, Aeropuertos, Servicios  
Conexos y Auxiliares del Estado de México

# Capítulo I

---

DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
DEL SECTOR VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN  
MODALIDAD REGIONAL

PARA EL PROYECTO

“INFRAESTRUCTURA VIAL PARA INTERCONECTAR LA CALZADA  
IGNACIO ZARAGOZA Y LA AUTOPISTA PEÑÓN-TEXCOCO SOBRE  
EL PERIFÉRICO ORIENTE”

## ÍNDICE

CAPÍTULO I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....	I-4
I.1. Datos generales del proyecto.....	I-4
I.1.1. Nombre del proyecto .....	I-4
I.1.2. Ubicación del proyecto.....	I-4
I.1.3. Superficie por afectar por el establecimiento del proyecto .....	I-5
I.1.4. Uso que se pretende dar al terreno .....	I-5
I.1.5. Coordenadas de ubicación del proyecto.....	I-5
I.1.6. Vías de acceso .....	I-10
I.2. Duración del proyecto .....	I-11
I.3 Datos generales del promovente .....	I-12
I.3.1 Nombre o razón social .....	I-12
I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente .....	I-13
I.3.3. Nombre del representante legal .....	I-13
I.3.4. Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones.....	I-17
I.4. Datos generales del responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental .....	I-18
I.4.1. Nombre o razón social de la empresa responsable de la elaboración de la MIA y nombre del responsable técnico del estudio en materia de impacto ambiental.....	I-18

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I-1. Coordenadas UTM WGS84 zona 14Q del eje del Proyecto.....	I-6
Tabla I-2. Cuadro de construcción de ejes de vialidad, eje AB-AB’ .....	I-8
Tabla I-3. Cuadro de construcción de ejes de vialidad, eje A-A’ .....	I-9
Tabla I-4. Cuadro de construcción de ejes de vialidad, eje B-B’ .....	I-9
Tabla I-5. Cuadro de construcción de ejes de vialidad, eje C-C’ .....	I-10

Tabla I-6. Programa tentativo de obra ..... I-12

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I-1. Ubicación político-administrativa del Proyecto. Se ubicará principalmente sobre la vialidad del Periférico Oriente; esta vialidad se desarrolla en los límites del Estado de México y la Ciudad de México; circulando al poniente del límite del municipio de Nezahualcóyotl limitando con las alcaldías de Venustiano Carranza, Iztacalco e Iztapalapa. En el Estado de México, contará con gasas de entrada y salida que permita conectar a otras vialidades de importancia. .... I-5

Figura I-2. Ubicación del proyecto y vías de acceso..... I-11

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

### I.1. Datos generales del proyecto

#### I.1.1. Nombre del proyecto

El proyecto de construcción que pretende llevarse a cabo lleva por nombre **“Infraestructura Vial para Interconectar la Calzada Ignacio Zaragoza y la Autopista Peñón-Texcoco sobre el Periférico Oriente”**.

#### I.1.2. Ubicación del proyecto

La “Infraestructura Vial para Interconectar la Calzada Ignacio Zaragoza y la Autopista Peñón- Texcoco sobre el Periférico Oriente” se ubicará principalmente sobre la vialidad del Periférico Oriente. Esta vialidad se desarrolla en los límites del Estado de México y la Ciudad de México; circulando al poniente del límite del municipio de Nezahualcóyotl limitando con las alcaldías de Venustiano Carranza, Iztacalco e Iztapalapa al Oriente de estas (siguiente Figura). El trazo de esta vialidad será principalmente sobre Periférico Oriente, iniciando sobre las laterales Oriente y Poniente de la vialidad de calle 7, ubicado al Norte de la Calz. Ignacio Zaragoza y se dirigirá al Norte cruzando vialidades principales como la Av. Pantitlán, Av. Chimalhuacán y Av. Bordo de Xochiaca, hasta llegar a la altura de la Autopista Peñón Texcoco, para conectar con la ampliación de la Autopista Naucalpan - Ecatepec, teniendo la finalidad de unir con fluidez la zona Norte del Valle de México, con el Centro y Surde la Ciudad de México, facilitando además la movilidad entre los aeropuertos del AICM y el AIFA (siguiente Figura).



**Figura I-1. Ubicación político-administrativa del Proyecto. Se ubicará principalmente sobre la vialidad del Periférico Oriente; esta vialidad se desarrolla en los límites del Estado de México y la Ciudad de México; circulando al poniente del límite del municipio de Nezahualcóyotl limitando con las alcaldías de Venustiano Carranza, Iztacalco e Iztapalapa. En el Estado de México, contará con gasas de entrada y salida que permita conectar a otras vialidades de importancia.**

### I.1.3. Superficie por afectar por el establecimiento del proyecto

Las obras y actividades del proyecto consisten en la construcción de una vialidad denominada “Infraestructura Vial para Interconectar la Calzada Ignacio Zaragoza y la Autopista Peñón-Texcoco sobre el Periférico Oriente” con una longitud de 7.33 Km. El Sistema Ambiental Regional, como se verá más adelante en los capítulos respectivos, logra englobar la totalidad del proyecto bajo un esquema de condiciones ambientales. El análisis de las condiciones biológicas se hizo dentro de toda la región, con principal énfasis en las zonas menos perturbadas, y con ello tener un mejor entendimiento de la diversidad biológica que pudiera ponerse en riesgo.

### I.1.4. Uso que se pretende dar al terreno

El uso que se pretende dar al terreno en las zonas propuestas tiene como objetivo realizar las obras necesarias para la construcción de una vialidad concesionada.

### I.1.5. Coordenadas de ubicación del proyecto

El proyecto se encuentra comprendido en las siguientes coordenadas geográficas y/o UTM, de acuerdo con los siguientes casos, según corresponda (siguiente Tabla).

**Tabla I-1. Coordenadas UTM WGS84 zona 14Q del eje del Proyecto.**

Cadenamiento	X	Y	Latitud	Longitud
0+000	493865.03	2144929.12	19° 23' 54.812"	99° 3' 30.348"
0+100	493876.29	2145028.49	19° 23' 58.045"	99° 3' 29.963"
0+200	493887.56	2145127.85	19° 24' 1.278"	99° 3' 29.578"
0+300	493898.83	2145227.21	19° 24' 4.511"	99° 3' 29.193"
0+400	493910.10	2145326.57	19° 24' 7.744"	99° 3' 28.808"
0+500	493922.42	2145425.80	19° 24' 10.972"	99° 3' 28.386"
0+600	493932.40	2145525.30	19° 24' 14.209"	99° 3' 28.045"
0+800	493952.37	2145724.30	19° 24' 20.684"	99° 3' 27.363"
0+900	493962.35	2145823.80	19° 24' 23.921"	99° 3' 27.022"
1+000	493973.04	2145923.23	19° 24' 27.156"	99° 3' 26.656"
1+100	493984.06	2146022.62	19° 24' 30.390"	99° 3' 26.279"
1+200	493994.91	2146122.03	19° 24' 33.624"	99° 3' 25.909"
1+300	494005.32	2146221.49	19° 24' 36.860"	99° 3' 25.553"
1+400	494015.74	2146320.94	19° 24' 40.096"	99° 3' 25.197"
1+500	494026.16	2146420.40	19° 24' 43.332"	99° 3' 24.841"
1+600	494035.48	2146519.96	19° 24' 46.571"	99° 3' 24.522"
1+700	494045.35	2146619.47	19° 24' 49.809"	99° 3' 24.185"
1+800	494055.28	2146718.98	19° 24' 53.046"	99° 3' 23.845"
1+900	494065.21	2146818.48	19° 24' 56.284"	99° 3' 23.506"
2+000	494075.14	2146917.99	19° 24' 59.521"	99° 3' 23.167"
2+100	494085.35	2147017.47	19° 25' 2.758"	99° 3' 22.818"
2+200	494096.09	2147116.89	19° 25' 5.992"	99° 3' 22.451"
2+300	494106.82	2147216.31	19° 25' 9.227"	99° 3' 22.084"
2+400	494117.56	2147315.73	19° 25' 12.462"	99° 3' 21.716"
2+500	494128.30	2147415.16	19° 25' 15.696"	99° 3' 21.349"
2+600	494145.18	2147513.38	19° 25' 18.892"	99° 3' 20.771"
2+700	494184.90	2147605.28	19° 25' 21.882"	99° 3' 19.411"
2+800	494225.04	2147696.86	19° 25' 24.863"	99° 3' 18.035"
2+900	494265.19	2147788.45	19° 25' 27.843"	99° 3' 16.659"
3+000	494301.02	2147881.65	19° 25' 30.875"	99° 3' 15.432"
3+100	494328.10	2147977.92	19° 25' 34.008"	99° 3' 14.504"
3+200	494363.34	2148071.38	19° 25' 37.049"	99° 3' 13.297"
3+300	494402.82	2148163.25	19° 25' 40.038"	99° 3' 11.943"
3+400	494442.31	2148255.13	19° 25' 43.027"	99° 3' 10.590"
3+500	494481.79	2148347.00	19° 25' 46.017"	99° 3' 9.237"
3+600	494519.53	2148439.60	19° 25' 49.030"	99° 3' 7.944"
3+700	494556.62	2148532.60	19° 25' 52.056"	99° 3' 6.673"



Cadenamiento	X	Y	Latitud	Longitud
3+800	494593.94	2148625.24	19° 25' 55.070"	99° 3' 5.394"
3+900	494633.02	2148717.28	19° 25' 58.065"	99° 3' 4.055"
4+000	494672.10	2148809.33	19° 26' 1.060"	99° 3' 2.716"
4+100	494711.18	2148901.38	19° 26' 4.055"	99° 3' 1.376"
4+200	494750.26	2148993.43	19° 26' 7.050"	99° 3' 0.037"
4+300	494789.34	2149085.48	19° 26' 10.045"	99° 2' 58.698"
4+400	494828.42	2149177.52	19° 26' 13.040"	99° 2' 57.358"
4+500	494867.50	2149269.57	19° 26' 16.036"	99° 2' 56.019"
4+600	494906.58	2149361.62	19° 26' 19.031"	99° 2' 54.680"
4+700	494946.71	2149453.19	19° 26' 22.010"	99° 2' 53.304"
4+800	495005.10	2149533.99	19° 26' 24.640"	99° 2' 51.303"
4+900	495081.35	2149598.58	19° 26' 26.742"	99° 2' 48.688"
5+000	495156.01	2149664.88	19° 26' 28.899"	99° 2' 46.128"
5+100	495219.29	2149742.28	19° 26' 31.418"	99° 2' 43.959"
5+200	495281.97	2149820.21	19° 26' 33.954"	99° 2' 41.810"
5+300	495342.67	2149899.56	19° 26' 36.536"	99° 2' 39.729"
5+400	495378.00	2149992.49	19° 26' 39.560"	99° 2' 38.518"
5+500	495383.63	2150092.18	19° 26' 42.803"	99° 2' 38.326"
5+600	495385.65	2150192.16	19° 26' 46.056"	99° 2' 38.257"
5+700	495397.45	2150291.10	19° 26' 49.275"	99° 2' 37.853"
5+800	495438.60	2150382.06	19° 26' 52.234"	99° 2' 36.443"
5+900	495484.27	2150471.02	19° 26' 55.129"	99° 2' 34.877"
6+000	495529.94	2150559.98	19° 26' 58.024"	99° 2' 33.312"
6+100	495575.61	2150648.94	19° 27' 0.918"	99° 2' 31.746"
6+200	495621.28	2150737.90	19° 27' 3.813"	99° 2' 30.180"
6+300	495666.95	2150826.87	19° 27' 6.708"	99° 2' 28.615"
6+400	495712.62	2150915.83	19° 27' 9.602"	99° 2' 27.049"
6+500	495758.29	2151004.79	19° 27' 12.497"	99° 2' 25.483"
6+600	495807.74	2151091.65	19° 27' 15.323"	99° 2' 23.788"
6+700	495860.10	2151176.84	19° 27' 18.095"	99° 2' 21.993"
6+750	495891.32	2151228.08	19° 27' 19.762"	99° 2' 20.922"
0+700	493942.39	2145624.80	19° 24' 17.447"	99° 3' 27.704"

De forma específica de acuerdo con las diferentes secciones corresponde a los siguientes cuadros constructivos (siguientes Tablas):

**Tabla I-2. Cuadro de construcción de ejes de vialidad, eje AB-AB’.**

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN DE						
EJES DE VIALIDAD EJE AB-AB’						
No.	EJE	CADENAMIENTO		COORDENADAS		No.
				X	Y	
1	AB-AB’	PST	=0+499,999	493.921,1290	2.145.434,6742	1
2	AB-AB’	PC1	=0+928,826	493.963,9223	2.145.861,3604	2
3	AB-AB’	PI1	=0+932,647	493.964,3035	2.145.865,1618	3
4	AB-AB’	PT1	=0+936,467	493.964,7246	2.145.868,9590	4
5	AB-AB’	PC2	=1+164,307	493.989,8338	2.146.095,4114	5
6	AB-AB’	PI2	=1+170,125	493.990,4750	2.146.101,1938	6
7	AB-AB’	PT2	=1+175,943	493.991,0808	2.146.106,9799	7
8	AB-AB’	PC3	=1+503,095	494.025,1478	2.146.432,3531	8
9	AB-AB’	PI3	=1+512,538	494.026,1312	2.146.441,7456	9
10	AB-AB’	PT3	=1+521,982	494.026,9962	2.146.451,1498	10
11	AB-AB’	PC4	=1+601,848	494.034,3120	2.146.530,6798	11
12	AB-AB’	PI4	=1+607,616	494.034,8404	2.146.536,4234	12
13	AB-AB’	PT4	=1+613,384	494.035,4129	2.146.542,1629	13
14	AB-AB’	PC5	=2+057,273	494.079,4717	2.146.983,8605	14
15	AB-AB’	PI5	=2+065,383	494.080,2767	2.146.991,9305	15
16	AB-AB’	PT5	=2+073,493	494.081,1471	2.146.999,9938	16
17	AB-AB’	PC6	=2+543,538	494.131,5937	2.147.467,3238	17
18	AB-AB’	PI6	=2+582,031	494.135,7249	2.147.505,5947	18
19	AB-AB’	PT6	=2+619,925	494.151,1772	2.147.540,8503	19
20	AB-AB’	PC7	=2+943,434	494.281,0430	2.147.837,1491	20
21	AB-AB’	PI7	=2+967,778	494.290,8155	2.147.859,4459	21
22	AB-AB’	PT7	=2+992,044	494.297,4072	2.147.882,8808	22
23	AB-AB’	PC8	=3+112,366	494.329,9863	2.147.998,7079	23
24	AB-AB’	PI8	=3+135,441	494.336,2342	2.148.020,9210	24
25	AB-AB’	PT8	=3+158,449	494.345,3444	2.148.042,1216	25
26	AB-AB’	PC9	=3+521,973	494.488,8656	2.148.376,1144	26
27	AB-AB’	PI9	=3+532,254	494.492,9244	2.148.385,5598	27
28	AB-AB’	PT9	=3+542,533	494.496,7228	2.148.395,1128	28
29	AB-AB’	PC10	=3+773,709	494.582,1364	2.148.609,9310	29
30	AB-AB’	PI10	=3+777,160	494.583,4116	2.148.613,1383	30
31	AB-AB’	PT10	=3+780,612	494.584,7603	2.148.616,3154	31
32	AB-AB’	PC20	=4+671,523	494.930,1798	2.149.429,1984	32
33	AB-AB’	PI20	=4+770,960	494.969,1535	2.149.520,6800	33

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN DE						
EJES DE VIALIDAD EJE AB-AB'						
No.	EJE	CADENAMIENTO		COORDENADAS		No.
				X	Y	
34	AB-AB'	PT20	=4+865,402	495.050,0619	2.149.578,4872	34
35	AB-AB'	PC21	=4+913,699	495.089,3598	2.149.606,5645	35
36	AB-AB'	PI21	=4+970,580	495.135,6417	2.149.639,6319	36
37	AB-AB'	PT21	=5+026,704	495.170,8709	2.149.684,2904	37
38	AB-AB'	PC22	=5+214,475	495.287,1663	2.149.831,7131	38
39	AB-AB'	PI22	=5+356,210	495.374,9490	2.149.942,9916	39
40	AB-AB'	PT22	=5+485,798	495.368,4176	2.150.084,5757	40
41	AB-AB'	PC23	=5+562,384	495.364,8883	2.150.161,0797	41
42	AB-AB'	PI23	=5+657,074	495.360,5248	2.150.255,6696	42
43	AB-AB'	PT23	=5+747,513	495.403,5562	2.150.340,0175	43
44	AB-AB'	PST	=6+390,000	495.695,5296	2.150.912,3286	44

Tabla I-3. Cuadro de construcción de ejes de vialidad, eje A-A'.

CUADRO DE CONSTRUCCION DE						
EJES DE VIALIDAD EJE A-A'						
No.	EJE	CADENAMIENTO		COORDENADAS		No.
				X	Y	
1	A-A'	PST	=0+000,000	495.687,9087	2.150.906,1926	1
2	A-A'	PC24	=0+109,135	495.737,5044	2.151.003,4075	2
3	A-A'	PI24	=0+150,000	495.756,0752	2.151.039,8091	3
4	A-A'	PT24	=0+190,504	495.765,8511	2.151.079,4876	4
5	A-A'	PC25	=0+263,190	495.783,2393	2.151.150,0631	5
6	A-A'	PI25	=0+298,201	495.791,6147	2.151.184,0576	6
7	A-A'	PT25	=0+332,904	495.807,5102	2.151.215,2522	7
8	A-A'	PST	=0+340,000	495.810,7318	2.151.221,5744	8

Tabla I-4. Cuadro de construcción de ejes de vialidad, eje B-B'.

CUADRO DE CONSTRUCCION DE						
EJES DE VIALIDAD EJE B-B'						
No.	EJE	CADENAMIENTO		COORDENADAS		No.
				X	Y	
1	B-B'	PST	=0+000,000	495.695,0349	2.150.902,5571	1
2	B-B'	PC26	=0+004,727	495.697,1829	2.150.906,7675	2
3	B-B'	PI26	=0+020,000	495.704,1238	2.150.920,3726	3

CUADRO DE CONSTRUCCION DE						
EJES DE VIALIDAD EJE B-B'						
No.	EJE	CADENAMIENTO		COORDENADAS		No.
				X	Y	
4	B-B'	PT26	=0+035,257	495.712,1383	2.150.933,3743	4
5	B-B'	PC27	=0+368,936	495.887,2323	2.151.217,4228	5
6	B-B'	PI27	=0+382,839	495.894,5277	2.151.229,2579	6
7	B-B'	PT27	=0+396,727	495.900,8752	2.151.241,6273	7
8	B-B'	PST	=0+405,000	495.904,6523	2.151.248,9877	8

Tabla I-5. Cuadro de construcción de ejes de vialidad, eje C-C'.

CUADRO DE CONSTRUCCION DE						
EJES DE VIALIDAD EJE C-C'						
No.	EJE	CADENAMIENTO		COORDENADAS		No.
				X	Y	
1	C-C'	PST	=0+000,000	494.681,4060	2.148.967,7628	1
2	C-C'	PC28	=0+004,276	494.683,0936	2.148.971,6919	2
3	C-C'	PI28	=0+007,000	494.684,1686	2.148.974,1946	3
4	C-C'	PT28	=0+009,722	494.685,4144	2.148.976,6169	4
5	C-C'	PC29	=0+052,050	494.704,7750	2.149.014,2585	5
6	C-C'	PI29	=0+066,227	494.711,2592	2.149.026,8653	6
7	C-C'	PT29	=0+079,767	494.723,1354	2.149.034,6069	7
8	C-C'	PC30	=0+118,178	494.755,3138	2.149.055,5826	8
9	C-C'	PI30	=0+129,763	494.765,0189	2.149.061,9090	9
10	C-C'	PT30	=0+140,823	494.770,2920	2.149.072,2244	10
11	C-C'	PC31	=0+183,708	494.789,8117	2.149.110,4099	11
12	C-C'	PI31	=0+186,449	494.791,0594	2.149.112,8507	12
13	C-C'	PT31	=0+189,188	494.792,1338	2.149.115,3727	13
14	C-C'	PC22	=0+195,000	494.794,4117	2.149.120,7196	14

### I.1.6. Vías de acceso

Las vías de acceso a las obras, será por una parte el Periférico Oriente, la vialidad de calle 7, ubicado al Norte de la Calz. Ignacio Zaragoza y al Norte por la Av. Pantitlán, Av. Chimalhuacán y Av. Bordo de Xochiaca, incluyendo la Autopista Peñón Texcoco, y la Autopista Naucalpan – Ecatepec (siguiente Figura).

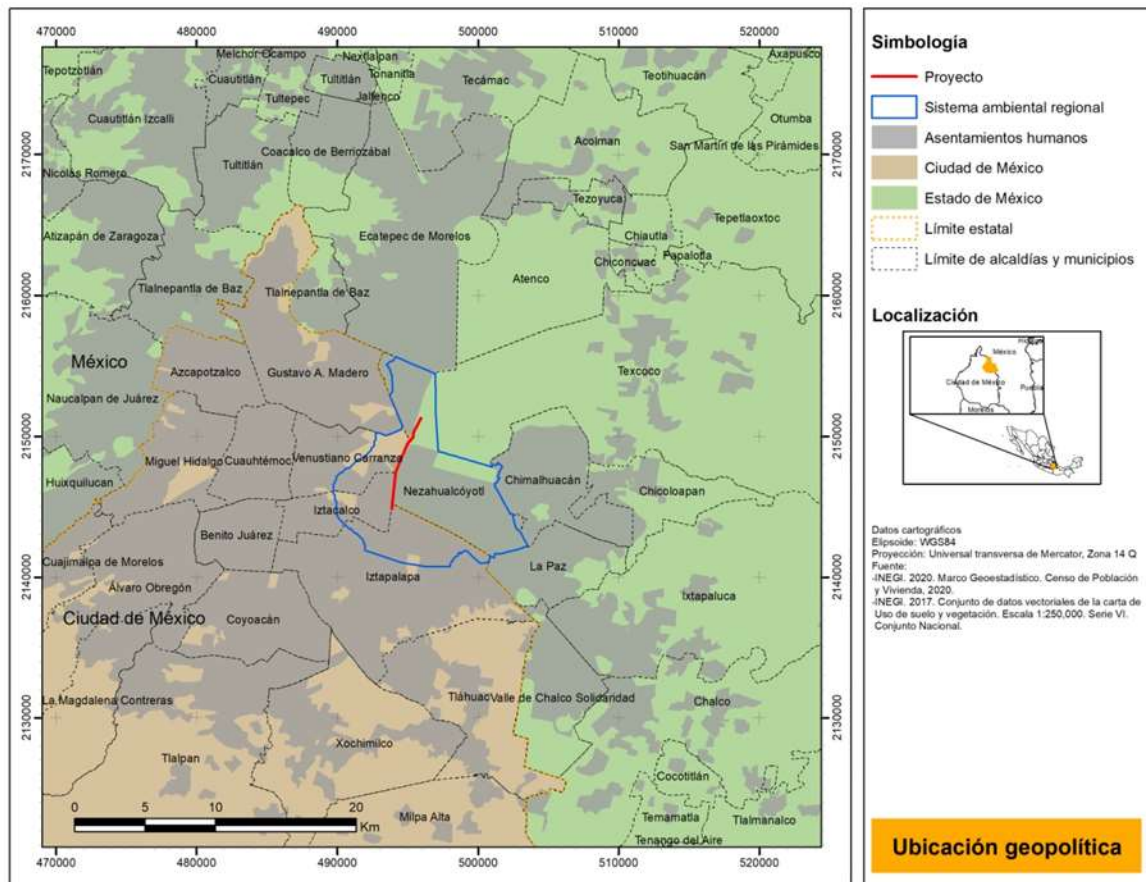


Figura I-2. Ubicación del proyecto y vías de acceso.

## I.2. Duración del proyecto

El proyecto, se llevará a cabo en un máximo de un año, como se muestra en el calendario estimado de actividades que se presenta a continuación, quedando comprendidas las actividades de preparación, excavación, construcción y acarreo de materiales sobrantes de las obras.

Es importante hacer notar, que la calendarización de la “Elaboración y presentación de informes a SEMARNAT” será realizada conforme con las fechas y condiciones que fije la autoridad correspondiente (siguiente Tabla).

**Tabla I-6. Programa tentativo de obra.**

Etapa	Actividad	MES																								Años
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1-30
Preparación del Sitio	Estudios preliminares	X	X	X	X																					
	Demolición de construcciones y/u otros elementos					X																				
	Desmante					X																				
	Despalme					X																				
Construcción	Cortes y excavaciones				X	X																				
	Terraplenes						X	X																		
	Obras de drenaje						X	X	X																	
	Pavimento						X	X	X	X																
	Accesos								X	X																
	Señalamiento Vertical y Horizontal									X	X															
	Obras Complementarias							X	X	X	X															
Operación	Tránsito vehicular										X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	>50
	Mantenimiento periódico																								X	1
	Supervisión y Monitoreo																								X	1

El trazo del proyecto del Tramo Poniente del Anillo Vial Metropolitano no tocará en ningún momento áreas naturales protegidas municipales, estatales o federales.

### I.3 Datos generales del promovente

#### I.3.1 Nombre o razón social

El titular de la autorización que se está solicitando es el Sistema de Autopistas, Aeropuertos, Servicios Conexos y Auxiliares del Estado de México con RFC [REDACTED], quien asumirá la responsabilidad de cumplir con las condicionantes que se señalen en dicha autorización.




**ACUSE DE MOVIMIENTOS DE ACTUALIZACIÓN DE SITUACIÓN FISCAL**

**Lugar y Fecha de Emisión**  
NAUCALPAN DE JUAREZ, MEXICO, a 10 de Diciembre de 2014

Ha sido procesada su solicitud de actualización al Registro Federal de Contribuyentes con la siguiente información:

**Datos de Identificación del Contribuyente:**

**RFC:** [REDACTED]

**Denominación/Razón Social:** SISTEMA DE AUTOPISTAS AEROPUERTOS SERVICIOS CONEXOS Y AUXILIARES DEL ESTADO DE MEXICO

**Régimen Capital:** SIN TIPO DE SOCIEDAD

**Nombre Comercial:**

---

**Tipo de Movimiento:**

**Identificación del aviso:** Cambio de Domicilio **Fecha del Aviso:** 15/12/2014

**Datos de Ubicación:**

<b>Tipo de Domicilio:</b> DOMICILIO FISCAL	<b>Tipo de Vialidad:</b> BOULEVARD (BLVD.)
<b>Características del Domicilio:</b> EDIFICIO CON VENTANALES DE COLOR AZUL	<b>No. y/o Letra Ext:</b> 1829 <span style="float: right;"><b>No. y/o Letra Int:</b> 1ER. NIVEL</span>
<b>Calle:</b> BLVD. MANUEL AVILA CAMACHO	<b>Y de:</b> CIRCUITO GEOGRAFOS
<b>Entre las calles de:</b> CIRCUITO GEOGRAFOS	<b>Referencias Adicionales:</b> A 50 METROS DE LAS TORRES DE SATELITE CON DIRECCION A QUERETARO
<b>Colonia:</b> CIUDAD SATELITE	<b>Municipio o Delegación:</b> NAUCALPAN DE JUAREZ
<b>Localidad:</b>	<b>Entidad Federativa:</b> MEXICO
<b>Código Postal:</b> 53100	<b>55 53956564</b>
<b>Teléfono Fijo:</b>	<b>Correo Electrónico:</b> saascaem@edomex.gob.mx

El responsable técnico que dirija la ejecución de la Autorización será designado por el promovente de lo cual se dará aviso en los términos que se establecen en la normatividad vigente en esta materia.

### I.3.2.Registro Federal de Contribuyentes del promovente

El Registro Federal de Contribuyentes del promovente es [REDACTED].

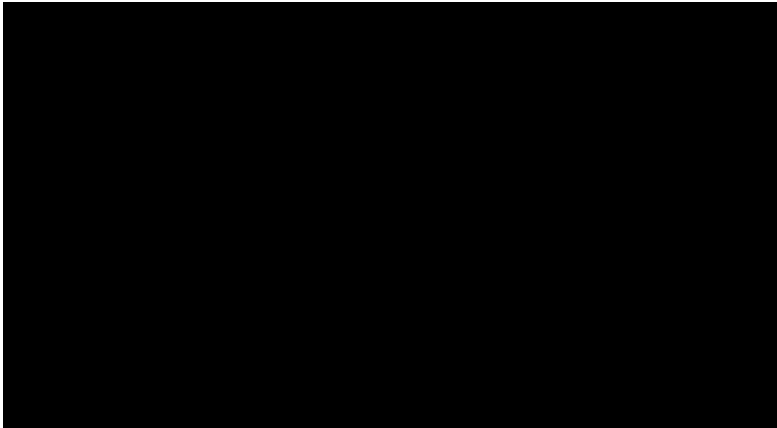
### I.3.3.Nombre del representante legal

El representante legal del promovente es el C. Alberto Tomás Angulo Lara, Director General del Sistema de Autopistas, Aeropuertos, Servicios Conexos y Auxiliares del Estado de México.

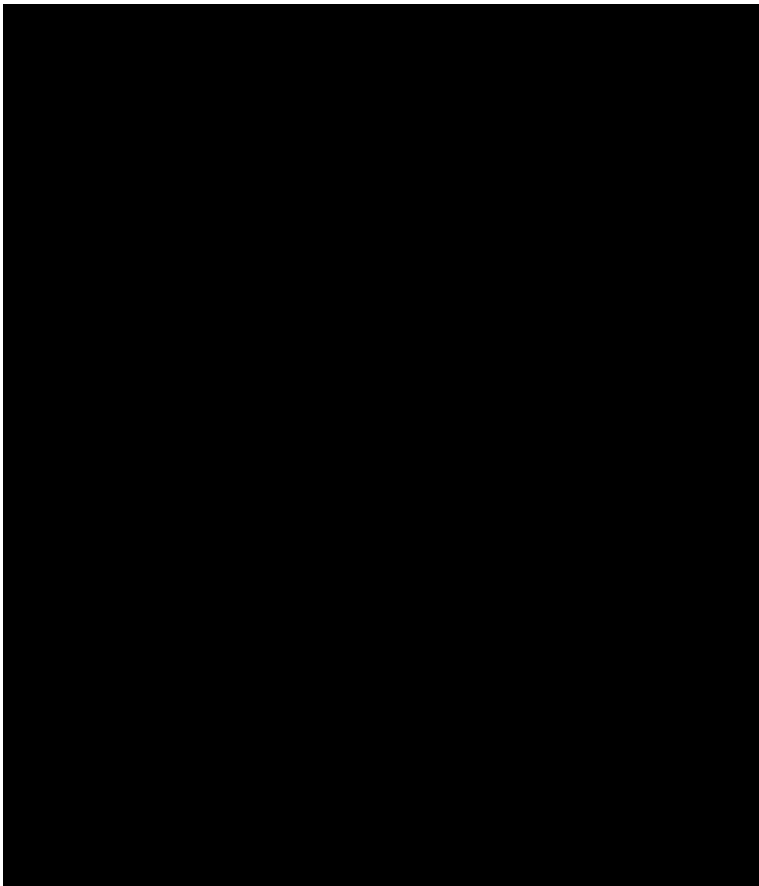
**CURP:** [REDACTED]

**RFC:** [REDACTED]

A continuación, se presenta la documentación legal del representante:



RFC del representante legal



Identificación oficial del representante legal





CURP Certificada: verificada con el Registro Civil

CURP del representante legal



"2018. Año del Bicentenario del Natalicio de Ignacio Ramírez Calzada, El Nigromante"

Toluca de Lerdo, México  
a 16 de febrero de 2018

**PRESENTE.**

En ejercicio de la facultad que me confiere la fracción XIV del artículo 77 de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México, y el artículo 17.74 del Código Administrativo del Estado de México, me es grato expedir en su favor el nombramiento de

**Director General del Sistema de Autopistas, Aeropuertos, Servicios  
Conexos y Auxiliares del Estado de México**

Con la confianza de que su alta vocación de servicio y sentido de responsabilidad, hará de esta encomienda un motivo para buscar siempre el bienestar de los mexiquenses.

**Lic. Alfredo Del Mazo Maza**  
Gobernador Constitucional  
del Estado de México

**Lic. Sergio Alejandro Ozuna Rivero**  
Secretario General de Gobierno

**Lic. Rodrigo Jarque Lira**  
Secretario de Finanzas

**COTEJADO**

YO, LICENCIADO ERNESTO SANTÍN QUIROZ, TITULAR DE LA NOTARÍA PÚBLICA NÚMERO CIENTO OCHENTA Y DOS DEL ESTADO DE MÉXICO, CON RESIDENCIA EN EL MUNICIPIO DE METEPEC ESTADO DE MÉXICO. -----

**C E R T I F I C O**

Que la presente copia consta de una foja útil impresa solo por el anverso que sello y firma es fiel reproducción de su original que **DOY FE** de tener a la vista y devolver al interesado sobre el cual practique cuidadoso cotejo, y que corresponde al **NOMBRAMIENTO A FAVOR DE C. ALBERTO TOMÁS ANGULO LARA COMO DIRECTOR GENERAL DEL SISTEMA DE AUTOPISTAS, AEROPUERTOS, SERVICIOS CONEXOS Y AUXILIARES DEL ESTADO DE MÉXICO.** -----

Y QUE PARA CONSTANCIA EXPIDO LA PRESENTE CERTIFICACIÓN A SOLICITUD DE **ALBERTO TOMÁS ANGULO LARA** EL CUAL QUEDA DEBIDAMENTE ASENTADO BAJO EL NÚMERO DE REGISTRO 460 DEL LIBRO 01 DE COTEJOS DE ESTA NOTARÍA A MI CARGO, HACIENDO DEL CONOCIMIENTO DEL SOLICITANTE EL CONTENIDO DEL AVISO DE PRIVACIDAD MANIFESTANDO SU CONFORMIDAD CON DICHO AVISO, EL QUE FIRMÓ PARA CONSTANCIA. -----  
**SE EXTIENDE LA PRESENTE CERTIFICACIÓN PARA LOS FINES QUE AL INTERESADO CONVENGAN, EN LA CIUDAD DE METEPEC, ESTADO DE MÉXICO A LOS VEINTIUN DÍAS DEL MES DE MAYO DE DOS MIL DIECIOCHO.** -----

El presente cotejo no tiene más efectos que acreditar la identidad de lo cotejado con el documento exhibido sin calificar sobre la autenticidad, validez o licitud del documento exhibido en original. -----  
Agregando copia al apéndice del registro respectivo. -----

**DOY FE**

LICENCIADO ERNESTO SANTÍN QUIROZ  
TITULAR DE LA NOTARÍA PÚBLICA NÚMERO  
CIENTO OCHENTA Y DOS, DEL ESTADO DE MÉXICO  
CON RESIDENCIA EN METEPEC, ESTADO DE MÉXICO.

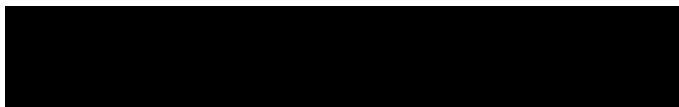
COPIADO

Nombramiento del representante legal

#### I.3.4. Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones

A continuación, se presentan los datos del promovente para recibir u oír notificaciones.

**Dirección:** Blvd. Manuel Ávila Camacho núm. 1829, Col. Ciudad Satélite, Municipio de Naucalpan de Juárez, Estado de México C.P. 53100.



## I.4. Datos generales del responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

### I.4.1. Nombre o razón social de la empresa responsable de la elaboración de la MIA y nombre del responsable técnico del estudio en materia de impacto ambiental

El presente estudio fue formulado por **PROCESOS Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN GEOMÁTICA, S.A. DE C.V.**

**Registro Federal de Contribuyentes (RFC) de la empresa:** [REDACTED]

**Representante Legal:** Director técnico: [REDACTED].

**RFC del representante legal:** [REDACTED]

**CURP del representante legal:** [REDACTED]

**Cédula profesional:** [REDACTED].

**Dirección del responsable del estudio:** Calle 5 Viveros de Petén No. 18, Col. Viveros del Valle, Tlalnepantla, Estado de México, CP 54060.

[REDACTED]

[REDACTED]



Sistema de Autopistas, Aeropuertos, Servicios  
Conexos y Auxiliares del Estado de México

# Capítulo II

---

DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
DEL SECTOR VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN  
MODALIDAD REGIONAL

PARA EL PROYECTO

“INFRAESTRUCTURA VIAL PARA INTERCONECTAR LA CALZADA  
IGNACIO ZARAGOZA Y LA AUTOPISTA PEÑÓN-TEXCOCO SOBRE  
EL PERIFÉRICO ORIENTE”

## ÍNDICE

CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO .....	II-4
II.1 Información general del proyecto.....	II-4
II.1.1 Naturaleza del proyecto.....	II-4
II.1.2 Justificación y objetivos .....	II-4
II.1.3 Ubicación del proyecto .....	II-5
II.1.4 Inversión requerida .....	II-6
II.2 Características particulares del proyecto .....	II-6
II.2.1 Programa de trabajo.....	II-15
II.2.2 Representación gráfica regional y local .....	II-17
II.3 Descripción de las obras y actividades .....	II-17
II.4 Procedimiento constructivo de la vialidad elevada .....	II-19
II.5 Procedimiento constructivo de las vialidades a nivel .....	II-26
II.6 Alumbrado público.....	II-29
II.7 Programa de mantenimiento.....	II-30
II.8 Requerimiento de personal e insumos.....	II-31

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II-1. Cuadro de construcción de ejes de vialidad, eje AB-AB’ .....	II-7
Tabla II-2. Cuadro de construcción de ejes de vialidad, eje A-A’ .....	II-9
Tabla II-3. Cuadro de construcción de ejes de vialidad, eje B-B’ .....	II-9
Tabla II-4. Cuadro de construcción de ejes de vialidad, eje C-C’ .....	II-10
Tabla II-5. Programa general de trabajo. ....	II-16
Tabla II-6. Requerimiento de personal.....	II-31

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II-1. Ubicación político-administrativa del Proyecto. ....	II-6
Figura II-2. Planta y Perfil Calle 7 - Calz. I. Zaragoza.....	II-7
Figura II-3. Sección en zona de rampas de acceso y salida de la vialidad elevada nivel +1. ....	II-11
Figura II-4. Perfil de la Vialidad Elevada en el tramo nivel +2. ....	II-11
Figura II-5. Sección tipo en vialidad a nivel sobre Periférico Oriente. ....	II-12
Figura II-6. Sección tipo en vialidad a nivel sobre Lumbreira.....	II-12
Figura II-7. Planta de vialidad a nivel y elevada.....	II-13
Figura II-8. Planta de puente vehicular. ....	II-13
Figura II-9. Planta de puente vehicular y colocación de traveses y cimentación parte 1. ....	II-13
Figura II-10. Planta de puente vehicular y colocación de traveses y cimentación parte 2. ....	II-14
Figura II-11. Perfil 1 de puente vehicular. ....	II-14
Figura II-12. Perfil 2 de puente vehicular. ....	II-14
Figura II-13. Puente vehicular actualmente. ....	II-14
Figura II-14. Características actuales de puente vehicular.....	II-15
Figura II-15. Planta de vialidad a nivel Periférico Oriente - Peñón Texcoco.....	II-15
Figura II-16. Ubicación regional y local del proyecto. ....	II-17

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

### II.1 Información general del proyecto

Las obras y actividades del proyecto consisten en la construcción de una vialidad denominada “Autopista Conexión Oriente” con una longitud de 7.33 Km. Se ubicará principalmente sobre la vialidad del Periférico Oriente; esta vialidad se desarrolla en los límites del Estado de México y la Ciudad de México; circulando al poniente del límite del municipio de Nezahualcóyotl limitando con las alcaldías de Venustiano Carranza, Iztacalco e Iztapalapa. En el Estado de México, contará con gasas de entrada y salida que permita conectar a otras vialidades de importancia.

El objetivo principal es conectar con la ampliación de la Autopista Naucalpan - Ecatepec, teniendo la finalidad de unir con fluidez la zona Norte del Valle de México con el Centro y Sur de la Ciudad de México, facilitando, además, la movilidad entre los aeropuertos del AICM y el AIFA. Beneficiará principalmente a más de 80 mil habitantes provenientes de diferentes localidades, así como a los 10 mil usuarios que circulan por la zona en ambos sentidos y que la atraviesan por diferentes motivos, siendo estos de largo y corto itinerario.

El diseño del proyecto considera la construcción de una vialidad para una velocidad de proyecto de 80 km/h, siendo la mayor parte una vialidad elevada conformado por elementos estructurales de concreto armado, colados in situ como pilotes y zapatas, así como elementos prefabricados de concreto armado para formar la superestructura de la vialidad como columnas, travesaños y tablas.

#### II.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto que se promueve consiste en el Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento, Conservación y Explotación de la Autopista Conexión Oriente, que se desarrolla en los límites del Estado de México y la Ciudad de México. El proyecto señalado, pertenece al sector transporte y al subsector carreteras y puentes.

#### II.1.2 Justificación y objetivos

El desarrollo de la infraestructura vial y carretera es fundamental para potenciar el desarrollo y las capacidades del Estado de México, Ciudad de México y a nivel Federal; ya que, a través de la

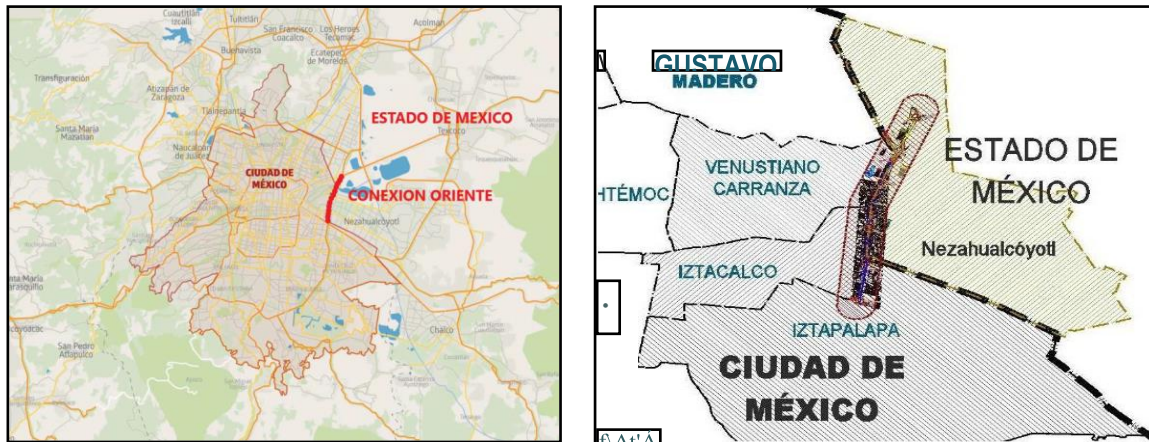


infraestructura se moviliza la población, bienes, productos y servicios a las diversas regiones del país. La infraestructura carretera se ha visto fortalecida con acciones de incremento y mantenimiento de las condiciones de tránsito, lo que favorece el desarrollo de las actividades industriales, comerciales, turísticas, culturales y de servicios.

La Autopista tiene por objeto mejorar la interconectividad de manera directa, por medio de una autopista de altas especificaciones, entre las principales vialidades de acceso entre la Ciudad de México y el Estado de México, que también ayudará al tránsito de los vehículos que utilizan las rutas que convergen al Oriente del Valle de México, a través del Periférico Oriente, teniendo como finalidad de interconectar el Oriente con el Norte y Sur del Valle de México; así como mejorar las salidas de los destinos principales como: Puebla, Cuernavaca, Texcoco y Pachuca; en el que se transporta bienes y personas. Del lado oriente permitirá la conexión con la zona de Pirámides, Tulancingo y Tuxpan y también funcionará como un importante acceso al Aeropuerto Internacional Felipe Ángeles (AIFA), a través de un arco que funcionará como un libramiento para la zona conurbada del Municipio de Ecatepec, en el Estado de México, cuyo recorrido permitirá ahorros considerables en tiempo y distancia entre ambos destinos.

### II.1.3 Ubicación del proyecto

La Autopista Conexión Oriente se ubicará principalmente sobre la vialidad del Periférico Oriente. Esta vialidad se desarrolla en los límites del Estado de México y la Ciudad de México; circulando al poniente del límite del municipio de Nezahualcóyotl limitando con las alcaldías de Venustiano Carranza, Iztacalco e Iztapalapa al Oriente de estas (siguiente Figura). El trazo de esta vialidad será principalmente sobre Periférico Oriente, iniciando sobre las laterales Oriente y Poniente de la vialidad de calle 7, ubicado al Norte de la Calz. Ignacio Zaragoza y se dirigirá al Norte cruzando vialidades principales como la Av. Pantitlán, Av. Chimalhuacán y Av. Bordo de Xochiaca, hasta llegar a la altura de la Autopista Peñón Texcoco, para conectar con la ampliación de la Autopista Naucalpan - Ecatepec, teniendo la finalidad de unir con fluidez la zona Norte del Valle de México, con el Centro y Sur de la Ciudad de México, facilitando además la movilidad entre los aeropuertos del AICM y el AIFA. Por lo que, beneficiará principalmente a más de 80 mil habitantes provenientes de diferentes localidades, así como a los 10 mil usuarios que circulan por la zona en ambos sentidos y que la atraviesan por diferentes motivos, siendo estos de largo y corto itinerario.



**Figura II-1. Ubicación político-administrativa del Proyecto.**

### II.1.4 Inversión requerida

La inversión requerida incluye los costos de las etapas de preparación del sitio y construcción de la autopista; los costos de las medidas de mitigación que se propondrán estarán basados en el presupuesto para ejecutar dichas medidas, esto quedará a cargo del promovente.

Es importante mencionar que la fuente de financiamiento para el desarrollo del Proyecto es de tipo privado, toda vez que fue por licitación pública de un contrato de concesión estatal y plazo de 30 años, donde la fuente principal de pago sean las cuotas de peaje cobradas por la concesionaria.

Para la construcción de la autopista, se requerirán de aproximadamente **\$3,133,573,961.00 (Tres mil ciento treinta y tres millones, quinientos setenta y tres mil novecientos sesenta y uno de pesos 00/100 M.N.)**. De este presupuesto, se tiene contemplado el cumplimiento de medidas, monitoreo y supervisión ambiental de las obras y actividades.

## II.2 Características particulares del proyecto

Las principales características geométricas de la Autopista son las siguientes:

La vialidad iniciará sobre las laterales Oriente y Poniente de la vialidad de calle 7, ubicado al Norte de la Calz. Ignacio Zaragoza (siguiente Figura), en el cual se realizarán mejoras de ampliación de sección sobre la lateral Oriente, así como el retiro de los predios que actualmente invaden el derecho de vía y que interfieren con la accesibilidad directa de esta lateral a los carriles centrales y aproximadamente en el cadenamiento 0+660. Se tendrán las rampas de acceso y salida de la vialidad

elevada Periférico Oriente, las cuales permitirán conectar de una forma segura el Periférico Oriente con la Calz. Ignacio Zaragoza, conectando así el Sur con el Oriente del Valle de México.

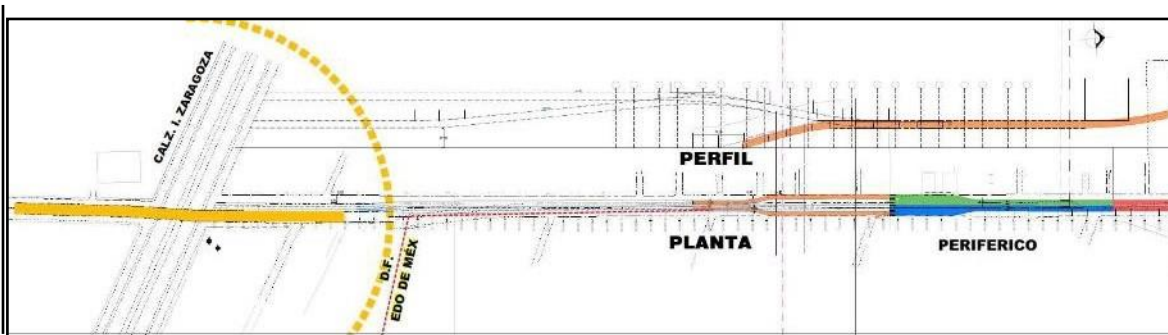


Figura II-2. Planta y Perfil Calle 7 - Calz. I. Zaragoza.

En las siguientes tablas se enlistan los cadenamientos y coordenadas del trazo geométrico.

Tabla II-1. Cuadro de construcción de ejes de vialidad, eje AB-AB’.

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN DE						
EJES DE VIALIDAD EJE AB-AB’						
No.	EJE	CADENAMIENTO	COORDENADAS			No.
			X	Y		
1	AB-AB’	PST	=0+499,999	493.921,1290	2.145.434,6742	1
2	AB-AB’	PC1	=0+928,826	493.963,9223	2.145.861,3604	2
3	AB-AB’	PI1	=0+932,647	493.964,3035	2.145.865,1618	3
4	AB-AB’	PT1	=0+936,467	493.964,7246	2.145.868,9590	4
5	AB-AB’	PC2	=1+164,307	493.989,8338	2.146.095,4114	5
6	AB-AB’	PI2	=1+170,125	493.990,4750	2.146.101,1938	6
7	AB-AB’	PT2	=1+175,943	493.991,0808	2.146.106,9799	7
8	AB-AB’	PC3	=1+503,095	494.025,1478	2.146.432,3531	8
9	AB-AB’	PI3	=1+512,538	494.026,1312	2.146.441,7456	9

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN DE						
EJES DE VIALIDAD EJE AB-AB'						
No.	EJE	CADENAMIENTO		COORDENADAS		No.
				X	Y	
10	AB-AB'	PT3	=1+521,982	494.026,9962	2.146.451,1498	10
11	AB-AB'	PC4	=1+601,848	494.034,3120	2.146.530,6798	11
12	AB-AB'	PI4	=1+607,616	494.034,8404	2.146.536,4234	12
13	AB-AB'	PT4	=1+613,384	494.035,4129	2.146.542,1629	13
14	AB-AB'	PC5	=2+057,273	494.079,4717	2.146.983,8605	14
15	AB-AB'	PI5	=2+065,383	494.080,2767	2.146.991,9305	15
16	AB-AB'	PT5	=2+073,493	494.081,1471	2.146.999,9938	16
17	AB-AB'	PC6	=2+543,538	494.131,5937	2.147.467,3238	17
18	AB-AB'	PI6	=2+582,031	494.135,7249	2.147.505,5947	18
19	AB-AB'	PT6	=2+619,925	494.151,1772	2.147.540,8503	19
20	AB-AB'	PC7	=2+943,434	494.281,0430	2.147.837,1491	20
21	AB-AB'	PI7	=2+967,778	494.290,8155	2.147.859,4459	21
22	AB-AB'	PT7	=2+992,044	494.297,4072	2.147.882,8808	22
23	AB-AB'	PC8	=3+112,366	494.329,9863	2.147.998,7079	23
24	AB-AB'	PI8	=3+135,441	494.336,2342	2.148.020,9210	24
25	AB-AB'	PT8	=3+158,449	494.345,3444	2.148.042,1216	25
26	AB-AB'	PC9	=3+521,973	494.488,8656	2.148.376,1144	26
27	AB-AB'	PI9	=3+532,254	494.492,9244	2.148.385,5598	27
28	AB-AB'	PT9	=3+542,533	494.496,7228	2.148.395,1128	28
29	AB-AB'	PC10	=3+773,709	494.582,1364	2.148.609,9310	29
30	AB-AB'	PI10	=3+777,160	494.583,4116	2.148.613,1383	30
31	AB-AB'	PT10	=3+780,612	494.584,7603	2.148.616,3154	31
32	AB-AB'	PC20	=4+671,523	494.930,1798	2.149.429,1984	32
33	AB-AB'	PI20	=4+770,960	494.969,1535	2.149.520,6800	33
34	AB-AB'	PT20	=4+865,402	495.050,0619	2.149.578,4872	34
35	AB-AB'	PC21	=4+913,699	495.089,3598	2.149.606,5645	35
36	AB-AB'	PI21	=4+970,580	495.135,6417	2.149.639,6319	36
37	AB-AB'	PT21	=5+026,704	495.170,8709	2.149.684,2904	37
38	AB-AB'	PC22	=5+214,475	495.287,1663	2.149.831,7131	38
39	AB-AB'	PI22	=5+356,210	495.374,9490	2.149.942,9916	39
40	AB-AB'	PT22	=5+485,798	495.368,4176	2.150.084,5757	40
41	AB-AB'	PC23	=5+562,384	495.364,8883	2.150.161,0797	41
42	AB-AB'	PI23	=5+657,074	495.360,5248	2.150.255,6696	42
43	AB-AB'	PT23	=5+747,513	495.403,5562	2.150.340,0175	43

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN DE						
EJES DE VIALIDAD EJE AB-AB'						
No.	EJE	CADENAMIENTO		COORDENADAS		No.
				X	Y	
44	AB-AB'	PST	=6+390,000	495.695,5296	2.150.912,3286	44

**Tabla II-2. Cuadro de construcción de ejes de vialidad, eje A-A'.**

CUADRO DE CONSTRUCCION DE						
EJES DE VIALIDAD EJE A-A'						
No.	EJE	CADENAMIENTO		COORDENADAS		No.
				X	Y	
1	A-A'	PST	=0+000,000	495.687,9087	2.150.906,1926	1
2	A-A'	PC24	=0+109,135	495.737,5044	2.151.003,4075	2
3	A-A'	PI24	=0+150,000	495.756,0752	2.151.039,8091	3
4	A-A'	PT24	=0+190,504	495.765,8511	2.151.079,4876	4
5	A-A'	PC25	=0+263,190	495.783,2393	2.151.150,0631	5
6	A-A'	PI25	=0+298,201	495.791,6147	2.151.184,0576	6
7	A-A'	PT25	=0+332,904	495.807,5102	2.151.215,2522	7
8	A-A'	PST	=0+340,000	495.810,7318	2.151.221,5744	8

**Tabla II-3. Cuadro de construcción de ejes de vialidad, eje B-B'.**

CUADRO DE CONSTRUCCION DE						
EJES DE VIALIDAD EJE B-B'						
No.	EJE	CADENAMIENTO		COORDENADAS		No.
				X	Y	
1	B-B'	PST	=0+000,000	495.695,0349	2.150.902,5571	1
2	B-B'	PC26	=0+004,727	495.697,1829	2.150.906,7675	2
3	B-B'	PI26	=0+020,000	495.704,1238	2.150.920,3726	3
4	B-B'	PT26	=0+035,257	495.712,1383	2.150.933,3743	4
5	B-B'	PC27	=0+368,936	495.887,2323	2.151.217,4228	5
6	B-B'	PI27	=0+382,839	495.894,5277	2.151.229,2579	6
7	B-B'	PT27	=0+396,727	495.900,8752	2.151.241,6273	7
8	B-B'	PST	=0+405,000	495.904,6523	2.151.248,9877	8

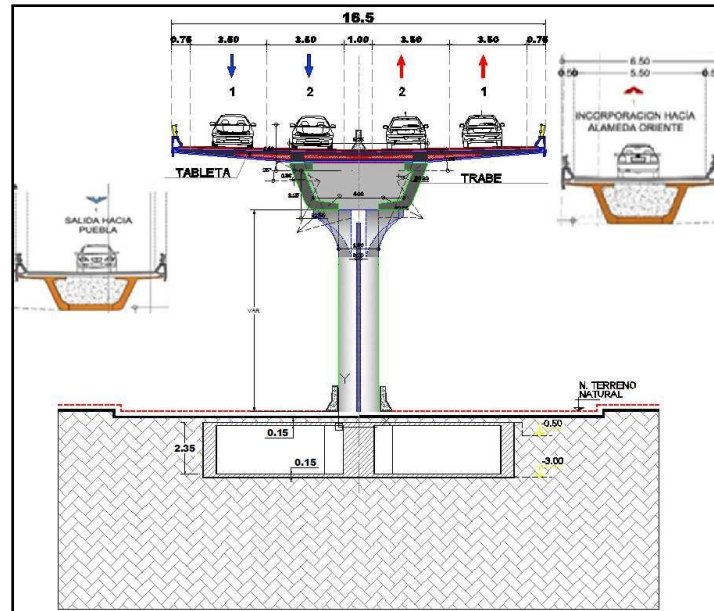
**Tabla II-4. Cuadro de construcción de ejes de vialidad, eje C-C’.**

CUADRO DE CONSTRUCCION DE						
EJES DE VIALIDAD EJE C-C'						
No.	EJE	CADENAMIENTO		COORDENADAS		No.
				X	Y	
1	C-C'	PST	=0+000,000	494.681,4060	2.148.967,7628	1
2	C-C'	PC28	=0+004,276	494.683,0936	2.148.971,6919	2
3	C-C'	PI28	=0+007,000	494.684,1686	2.148.974,1946	3
4	C-C'	PT28	=0+009,722	494.685,4144	2.148.976,6169	4
5	C-C'	PC29	=0+052,050	494.704,7750	2.149.014,2585	5
6	C-C'	PI29	=0+066,227	494.711,2592	2.149.026,8653	6
7	C-C'	PT29	=0+079,767	494.723,1354	2.149.034,6069	7
8	C-C'	PC30	=0+118,178	494.755,3138	2.149.055,5826	8
9	C-C'	PI30	=0+129,763	494.765,0189	2.149.061,9090	9
10	C-C'	PT30	=0+140,823	494.770,2920	2.149.072,2244	10
11	C-C'	PC31	=0+183,708	494.789,8117	2.149.110,4099	11
12	C-C'	PI31	=0+186,449	494.791,0594	2.149.112,8507	12
13	C-C'	PT31	=0+189,188	494.792,1338	2.149.115,3727	13
14	C-C'	PC22	=0+195,000	494.794,4117	2.149.120,7196	14

Las rampas de acceso y salida estarán conformadas por elementos estructurales de concreto armado, colados en sitio como: pilotes y zapatas, así como elementos prefabricados de concreto armado para formar la superestructura de la vialidad como: columnas, trabes; tendrán un ancho de vialidad de 5.50 m, con un ancho de acotamiento + parapeto de concreto a ambos lados de la vialidad de 0.50 m y una pendiente máxima del 6.00 %.

Las rampas de acceso y salida se ligarán a un cuerpo elevado aproximadamente en el cadenamiento 0+930 (siguiente Figura), con una estructuración tipo árbol, conformado por elementos estructurales de concreto armado, colados en sitio como: pilotes y zapatas, así como elementos prefabricados de concreto armado para formar la superestructura de la vialidad como: columnas, trabes y tabletas; la vialidad tendrá un ancho de rodamiento de 14.00 m, con 4 carriles de 3.50 m de ancho cada uno; teniendo dos carriles para cada sentido de circulación los cuales permitirán canalizar los flujos al Norte y al Sur del Periférico Oriente. Además, se tiene un ancho de acotamiento + parapeto de concreto a ambos lados de la vialidad de 0.75 m de ancho, así como una barra

separadora de carriles con un ancho delimitado de 1.00 m; se tendrá una pendiente máxima del 6 % y un gálibo vertical libre de 5.50 m como mínimo.



**Figura II-3. Sección en zona de rampas de acceso y salida de la vialidad elevada nivel +1.**

La estructuración tipo árbol de esta vialidad irá en un nivel +1 aproximadamente del cadenamiento 0+930 al 1+235, a partir de este punto cruzarán en un nivel +2 las avenidas principales de Pantitlán y Chimalhuacán, continuando así hasta llegar al cadenamiento 2+860, en donde descenderán nuevamente al nivel +1, hasta cruzar la Av. Bordo de Xochiaca y llegar a la rampa de acceso y salida de la vialidad elevada aproximadamente en el cadenamiento 4+060 y en esta parte continuará a nivel (siguiente Figura).

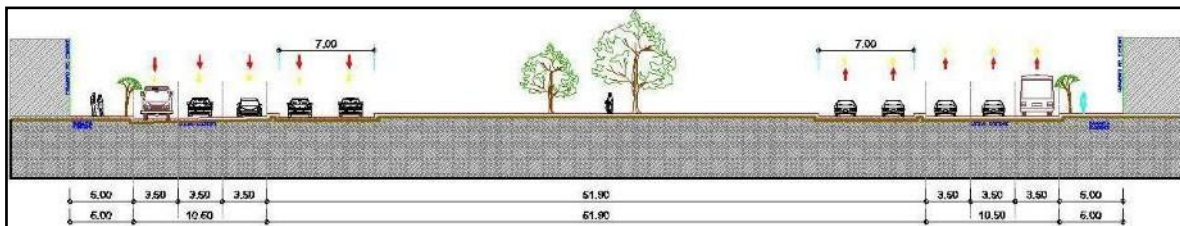


**Figura II-4. Perfil de la Vialidad Elevada en el tramo nivel +2.**

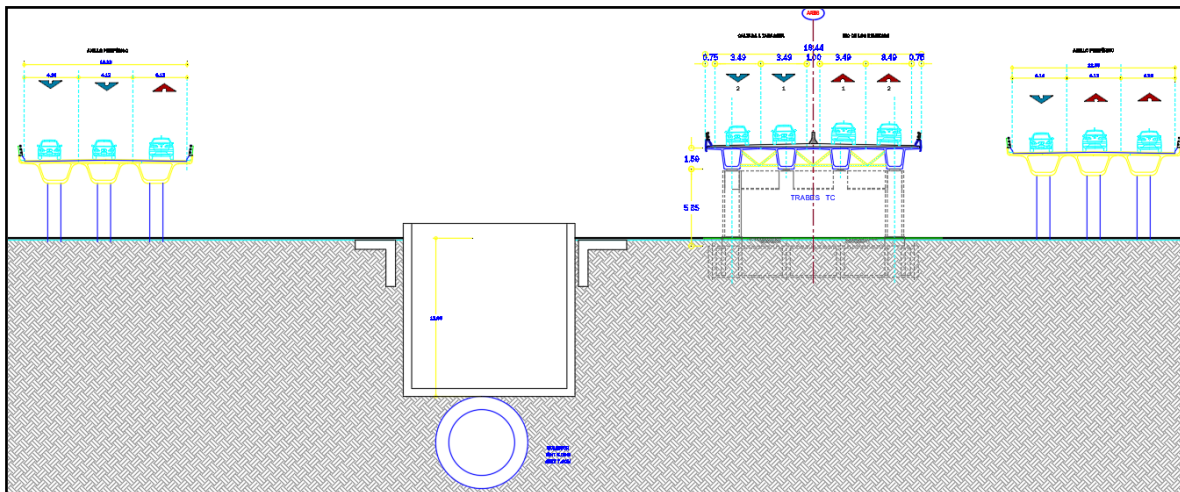
La finalidad de ir a un nivel +2 en este tramo de vialidad elevada, es para poder librar el nivel que se tiene actualmente en los distribuidores de Av. Pantitlán y de Av. Chimalhuacán.

Después de cruzar el Bordo de Xochiaca la vialidad continuará a nivel como una vialidad tipo A4, en una longitud de alrededor de 800 m, aproximadamente entre los cadenamientos 4+063 al 4+670.

En las siguientes figuras se presentan las secciones tipo en vialidad sobre Periférico Oriente y Lumbrera.



**Figura II-5. Sección tipo en vialidad a nivel sobre Periférico Oriente.**



**Figura II-6. Sección tipo en vialidad a nivel sobre Lumbrera.**

A la altura de la Vía Tapo, se eleva la vialidad en dos cuerpos separados, en una longitud aproximada de 1,080 m, aproximadamente entre los cadenamientos 4+670 al 5+750, cada cuerpo tendrá dos carriles de un sentido de circulación y cruzará los canales de agua de Nabor Carrillo, para posteriormente bajar a nivel nuevamente como una vialidad A4; cada cuerpo consistirá en una estructuración tipo árbol, con un ancho de vialidad de 7.00 m, con 2 carriles de 3.50 m de ancho cada uno, con un ancho de acotamiento + parapeto de concreto a ambos lados de la vialidad de 0.75



m de ancho; tendrá una pendiente máxima del 6 % y un galibo vertical libre de 5.50 m como mínimo (siguientes Figuras).

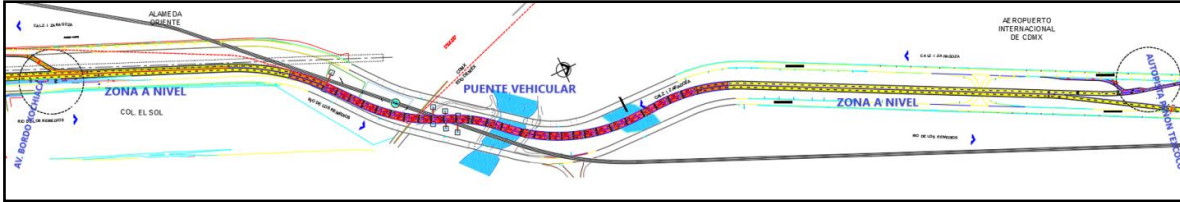


Figura II-7. Planta de vialidad a nivel y elevada.

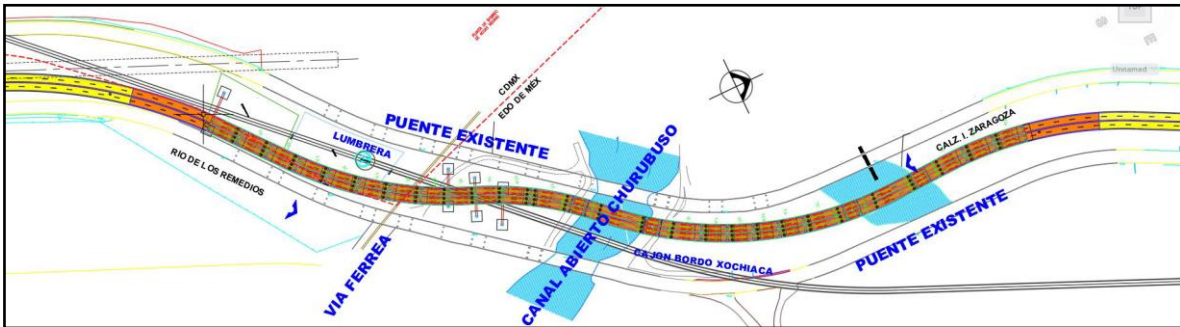


Figura II-8. Planta de puente vehicular.

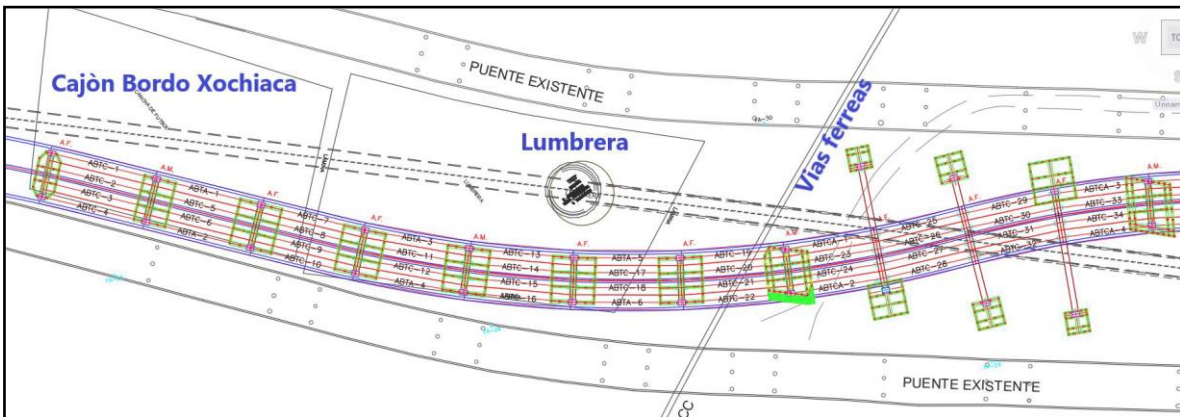


Figura II-9. Planta de puente vehicular y colocación de traveses y cimentación parte 1.

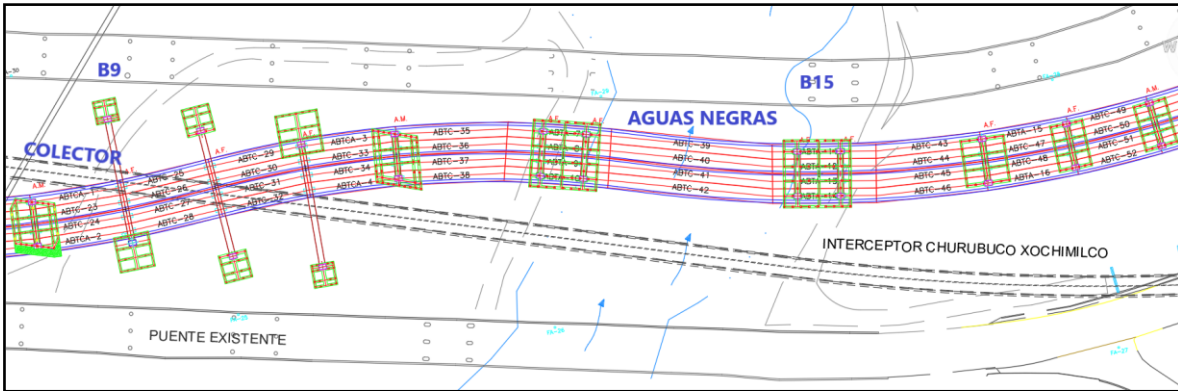


Figura II-10. Planta de puente vehicular y colocación de traves y cimentación parte 2.

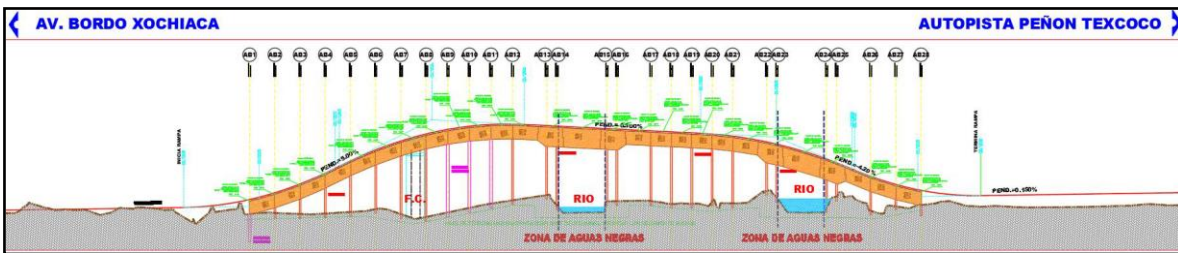


Figura II-11. Perfil 1 de puente vehicular.

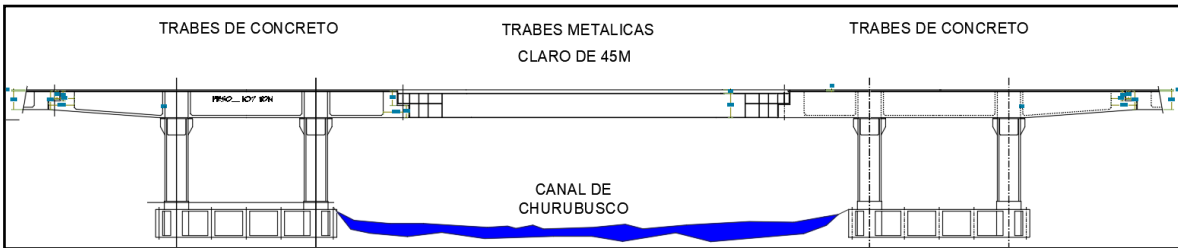


Figura II-12. Perfil 2 de puente vehicular.

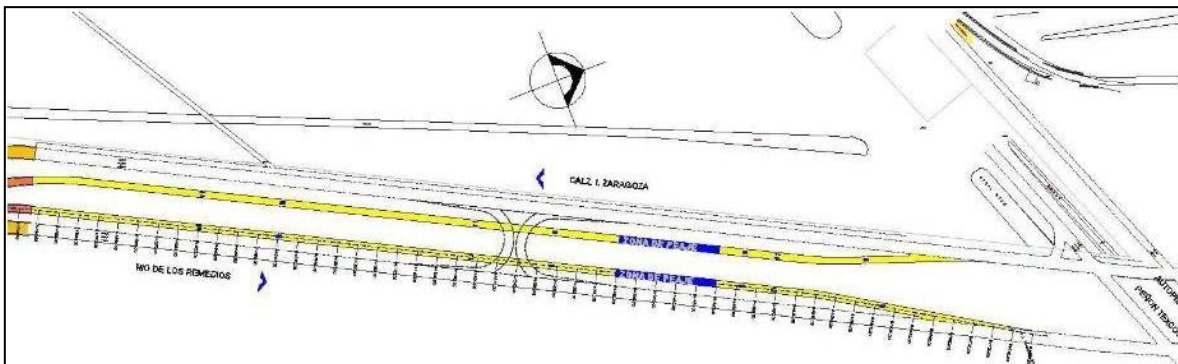


Figura II-13. Puente vehicular actualmente.



**Figura II-14. Características actuales de puente vehicular.**

Después de cruzar los canales de agua de Nabor Carrillo, la vialidad baja a nivel nuevamente, como una vialidad tipo A4, hasta llegar a la zona de peaje, en una longitud de aproximadamente de 1,000 m, ubicado entre los cadenamientos 5+750 al 6+700 (siguiente Figura).



**Figura II-15. Planta de vialidad a nivel Periférico Oriente - Peñón Texcoco.**

### II.2.1 Programa de trabajo

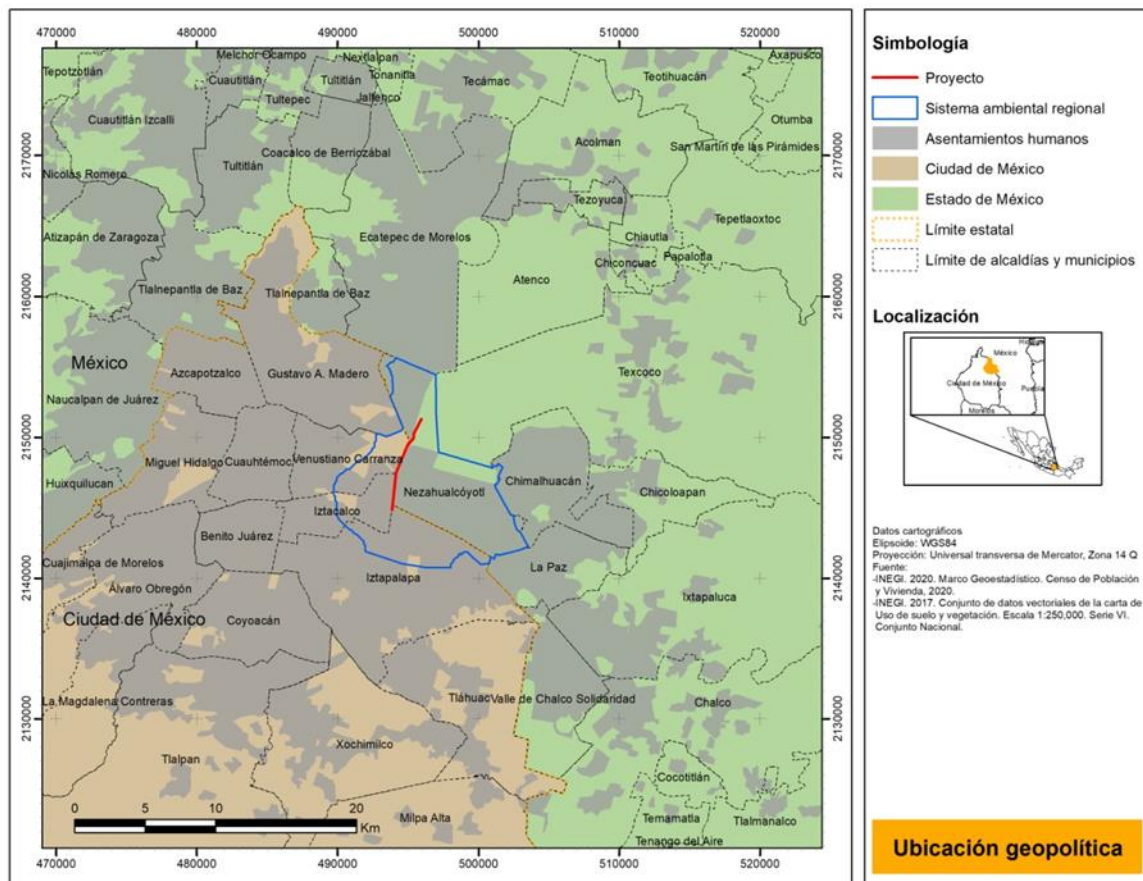
A continuación, se presenta el programa de trabajo correspondiente a las obras y/o actividades del presente proyecto (siguiente Tabla). Sin embargo, aunque el programa de actividades señala un periodo de 3-50 años, en realidad es un periodo indicativo; ya que, con las acciones de mantenimiento periódico anual, se prevé una operación del proyecto sea de manera indefinida.

**Tabla II-5. Programa general de trabajo.**

Etapa	Actividad	MES																								Años	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		1-30
Preparación del Sitio	Estudios preliminares	X	X	X	X																						
	Demolición de construcciones y/u otros elementos					X																					
	Desmante					X																					
	Despalme						X																				
Construcción	Cortes y excavaciones					X	X																				
	Terraplenes							X	X																		
	Obras de drenaje							X	X	X																	
	Pavimento							X	X	X	X																
	Accesos										X	X															
	Señalamiento Vertical y Horizontal											X	X														
	Obras Complementarias								X	X	X	X															
Operación	Tránsito vehicular												X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	>50
	Mantenimiento periódico																									X	1
	Supervisión y Monitoreo																								X	1	

## II.2.2 Representación gráfica regional y local

El proyecto se ubica en el límite estatal entre la Ciudad de México y el Estado de México en el área urbana de la Ciudad de México y su zona metropolitana. En la siguiente figura se muestra la ubicación del proyecto.



**Figura II-16. Ubicación regional y local del proyecto.**

## II.3 Descripción de las obras y actividades

La solución de la Autopista Conexión Oriente se resolverá con elementos de concretos colados in situ y elementos prefabricados, dando como resultado una mayor calidad y rapidez en su construcción; pero para la construcción del puente vehicular, se tendrán actividades previas y que a continuación se describen de forma general:

**Actividades preliminares.** Se tendrán actividades preliminares previo a los inicios de trabajo y que serán de gran importancia para la construcción del puente vehicular, realizando recorridos de

campo y elaborando reportes gráficos, con la finalidad de conocer posibles afectaciones o interferencias que se pudieran presentar durante el proceso constructivo del puente vehicular y poder brindar la mejor alternativa de solución.

*Trazo y Nivelación.* Se realizará un levantamiento topográfico del terreno, así como de las instalaciones y obras inducidas existentes, con la finalidad de localizar los ejes o elementos por medio de coordenadas y conocer sus niveles, a través de equipos electrónicos especiales, como la estación total, distanciómetros y otros dispositivos auxiliares, con el objetivo de plasmar esta información en los planos respectivos y poderla referenciar en campo.

*Obras inducidas (Agua Potable, Drenaje, Eléctrico y Fibras Ópticas).* Es importante hacer un levantamiento en campo, así como establecer reuniones con las dependencias y oficinas de gobierno y las empresas privadas, para contar con toda la información relacionada a las instalaciones municipales y privadas, que pudieran afectar y/o interferir en la construcción del puente vehicular; identificando líneas de agua potable, drenaje, eléctricas, fibra óptica, tales como estructuras o elementos diversos (postes, árboles y señalamientos). Dicha actividad se hará en coordinación con la autoridad o empresa a quien le corresponda la administración o resguardo. Con la finalidad de plasmar toda la información en los planos respectivos y analizar de esta forma, las mejores alternativas de solución y poderlas presentar a la autoridad a cargo para su visto bueno de ejecución y en los cuales se reflejarán los desvíos de líneas de conducción, desmantelamiento y/o reubicaciones de estructuras que interfieren con la construcción del puente vehicular y así liberar el área o espacio, donde se desplantará la construcción de la estructura.

*Señalamiento Preventivo y de Seguridad.* Se instalarán dispositivos de seguridad de manera provisional, de acuerdo con las normas establecidas, para protección de la obra y garantizar la integridad de las personas durante la ejecución de los trabajos; debiendo instalar estos dispositivos antes de iniciar la etapa de construcción del puente vehicular, los cuales deberán permanecer hasta finalizar los mismos. En todo momento se contará con la iluminación adecuada y se tendrán, de ser necesario, cuadrillas viales para apoyo y desvío de tránsito vehicular y peatonal, contando el personal con todo el equipo de seguridad como casco, chaleco, guantes, botas, entre otros.

*Tapial o Delimitación del Área de Trabajo.* Se iniciará a delimitar el área de trabajo una vez liberado el área de obstáculos, por medio de un tapial metálico recuperable de fácil montaje y desmontaje. Si las condiciones del terreno u otras causas no lo permitieran, se podrá utilizar otro sistema que garantice la misma seguridad durante y hasta finalizar los trabajos de construcción del puente vehicular.

*Demoliciones y Desmantelamiento.* Estos trabajos se harán una vez conciliado y liberado el espacio, demoliendo y desmantelando todo aquello que interfiera o afecte la construcción del puente vehicular como guarniciones, banquetas, pavimentos, mampostería, muros, postes de alumbrado y señalamientos. Retirando al momento el material producto de la demolición y poniendo a resguardo lo desmantelado según se indique.

#### II.4 Procedimiento constructivo de la vialidad elevada

La mayor parte de la vialidad elevada será de concreto reforzado y para la cimentación profunda se utilizarán pilotes de fricción, los cuales se fabricarán en un área cercana a la obra. Además, se tendrán colados en *in situ* como zapatas y/o cajones de cimentación, columnas y cabezales, contará además con elementos metálicos prefabricados para formar la superestructura como son: las trabes metálicas; el puente tendrá una estructuración similar que la del cuerpo principal y el procedimiento constructivo será el que se explica de manera breve a continuación:

*Infraestructura o Cimentación Profunda (Pilotes).* Está solucionado a base de una cimentación profunda, por medio de pilotes hincados en sitio y se desplantará hasta encontrar el estrato resistente de acuerdo con lo indicado en el estudio de mecánica de suelos, a una profundidad promedio entre 25 y 30 m, dependiendo en gran medida de la zona geotécnica donde se ubique y den las descargas de la estructura.

Cada apoyo consta de una serie de pilotes y estos elementos serán de concreto reforzado, con una sección cuadrada y para la construcción de estos pilotes con él, con objeto de guiar y facilitar el hincado de pilotes; además, de evitar movimientos excesivos en la masa del suelo adyacente se considerarán los siguientes puntos:

- Deberá determinarse con exactitud mediante estacas y de acuerdo con los planos de construcción la ubicación de los puntos donde se hincarán los pilotes (misma de perforación).
- Antes de iniciar la perforación deberá verificarse la posición del pilote y la zapata, dicha posición no variará en más de 2 cm con respecto a la de proyecto.
- El equipo deberá tener la capacidad suficiente y la herramienta tendrá que ser la adecuada, para realizar una perforación cuya área sea del 80 % del área transversal del pilote de modo que la perforación quede inscrita en la sección del pilote, con una tolerancia de  $\pm 2.5$  cm.
- Se utilizará una perforadora hidráulica, con sus herramientas de corte, empleando la más idónea para el tipo de terreno, pudiendo ser normalmente una broca helicoidal, barriles con dientes de Tungsteno, en el cual se instala en el barretón de la perforadora y se plomeará antes de iniciar los trabajos de perforación; una vez plomeado se procede a perforar en el punto donde se localiza el pilote, hasta la profundidad de desplante solicitado en proyecto.
- Durante el proceso de perforación, será necesario retirar fuera de la obra el material producto de la excavación, manteniendo el área libre para las siguientes actividades.
- El tiempo máximo admisible entre la perforación guía con extracción y la perforación guía con remoldeo e hincado es de 36 h, donde el objetivo es atravesar lentes de mayor consistencia y verificar el desplante del pilote en la capa resistente.

*Hincado de pilotes.* La instalación de los pilotes de concreto debe efectuarse de modo que garantice la integridad estructural del pilote y se alcance la integración deseada con el suelo, de manera que cumpla su cometido. Además, no deberán ocasionarse daños a las estructuras e instalaciones vecinas por vibraciones o desplazamiento vertical y horizontal del suelo; por lo que, se tendrán que seguir las siguientes indicaciones:

- Deberán considerarse las diferentes longitudes de trabajo de los pilotes como consecuencia de la geometría de la zapata.
- Todos los pilotes deberán estar perfectamente limpios y su cabeza será perpendicular al eje de este.
- No deberán hincarse aquellos pilotes que presenten agrietamientos o fisuras.



- Una vez que los pilotes hayan sido aceptados por la supervisión, es conveniente que se coloquen marcas para así llevar un registro del número de golpes necesarios por cada decímetro en el tramo de hincado.
- Después del manejo e izaje de los pilotes mediante estrobos, se colocarán en la perforación previa, ésta maniobra se realizará una vez que los pilotes hayan alcanzado por lo menos el 75 % de la resistencia de proyecto, colocado el pilote no se permitirá su extracción para volverlo a dejar caer, y provocar su hincado; por lo que, queda prohibido la maniobra conocida como chaqueteo.
- El pilote, así como la resbaladera del martillo, se colocará en forma vertical, de caso contrario deberá corregirse la posición de la grúa hasta lograrlo. Para alcanzar la verticalidad del pilote pueden emplearse dos plomadas de referencia colocadas en un ángulo de 90 grados, teniendo como vértice el pilote, o bien algún método topográfico que garantice dicha verticalidad, orientando siempre las caras del pilote de tal forma que sean paralelas a los ejes de la zapata.
- La cabeza del pilote deberá acoplarse perfectamente al gorro del martillo piloteador, el cual convendrá una sufridera a base de material plástico o similar; en la parte de contacto con el pilote se colocará un colchón de madera.
- Deberá utilizarse para el hincado un martillo pesado con baja velocidad de impacto (carrera corta). El peso del pistón móvil no debe ser menor a 0.3 veces el peso del pilote y la energía del martillo será superior a 0.3 kg-m por cada kilogramo de peso del pilote. En caso de que el peso del pistón sea demasiado grande con relación al del pilote, deberá regularse la energía para no dañar al pilote.
- La altura de caída se mantendrá del orden de 0.75 a 1.0 m.
- La velocidad del pistón o la carrera se reducirá al principio del hincado cuando se encuentre en la zona alterada de la perforación, además de realizarse con sumo cuidado para minimizar los esfuerzos de tensión.
- Los pilotes dañados durante el hincado deberán retirarse y sustituirse por otros en perfecto estado.

- Se deberá seguir una secuencia de hincado empezando con los pilotes perimetrales de la zapata, para posteriormente seguir con los pilotes centrales, esto con la finalidad de reducir las expansiones que se puedan generar por el desplazamiento de la masa de suelo.
- Una vez iniciado el hincado de cada pilote no se deberá suspender esta actividad hasta que la punta alcance la profundidad de proyecto, consignado en plano topográfico correspondiente.
- La desviación angular máxima admisible del pilote es de 2%, la tolerancia en la profundidad de hincado es de 1% de la longitud total.

*Excavación.* Concluido los trabajos de colado de la pila, se procederá a excavar con máquina en una sola etapa, hasta alcanzar el nivel indicado en proyecto y por el área reducida para desarrollar los trabajos de excavación; se escarifica y recompacta en una profundidad de 15 cm de espesor, considerando un sobreancho de 50 cm y/o lo indicado en las especificaciones de mecánica de suelos, para los trabajos de desplante de la plantilla.

*Retiro del material producto de la Excavación.* Todo el producto de la excavación será retirado y transportado al sitio de disposición que haya sido autorizado para tal efecto por la autoridad correspondiente. Lo anterior, de acuerdo con la capacidad de almacenaje y volumen de reciclaje; la transportación será en vehículos con cajas cerradas y protegidas con lonas.

*Plantilla de concreto pobre.* Se colocará cimbra perimetral con un sobreancho mayor al área de la zapata, para la colocación de la plantilla de concreto pobre, con un espesor de 5 cm y una resistencia  $f_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$ , se verifica nivel de desplante de plantilla de acuerdo con proyecto geométrico.

*Descabece de Pilote.* Cumplidos los puntos descritos en el procedimiento de excavación se procederá a la demolición o descabece de los pilotes en una longitud de acuerdo con la posición de cada uno, atendiendo a la profundidad de desplante de la zapata. La longitud mínima de descabece será de 80 cm. Tal condición deberá ser considerada desde la fabricación e hincado de los pilotes. Se procede al descabece del pilote con equipo neumático, evitando dañar el armado de la conexión de pilote con zapata, si el concreto del pilote al nivel de paño superior de plantilla está sano, el descabece será a este nivel, en caso contrario se tendrá que profundizar más la demolición, retirando todo el material producto del descabece.

*Zapata (Primera Etapa).* Estos elementos son colados en sitio y se rehabilitará el acero de la pila afectado por los trabajos de demolición, efectuando la limpieza del acero, retirando lodo, polvo, material producto de la demolición o cualquier otro material que pueda contaminar el concreto, para realizar la conexión de pila- zapata-candelerero. Se procede al armado, cimbrado y colado en primera etapa de la zapata, procurando habilitar y armar conforme a lo indicado en el proyecto estructural, cuidando de dejar las preparaciones necesarias para armar contrafuertes y conectar con segunda etapa y columna; se dará un acabado rugoso de 6 mm como mínimo, en el área donde se realizarán colados de 2 etapa. Una vez alcanzada el 60 % de la resistencia de proyecto se procede al descimbre y retiro de este.

*Contrafuertes.* Después de colar la primera etapa de la zapata, se procede al armado de los contrafuertes, colocando las placas para estabilización de la columna en montaje, posteriormente se cimbra, procurando respetar las dimensiones y tolerancias indicadas en proyecto, se efectúa el colado de los contrafuertes, respetando lo indicado en las especificaciones de concreto. Una vez alcanzada el 75 % de la resistencia de proyecto se procede al montaje de la columna.

*Columna.* Son elementos prefabricados de concreto reforzado, colados en moldes metálicos para un mejor acabado, se arman en un patio y se trasladan al molde, donde se coloca para su colado. Se deberá garantizar la colocación de todos los accesorios indicados en el proyecto estructural, se cuela y se desmolda una vez que haya alcanzado el 75 % de la resistencia del proyecto. Estos elementos se detallan procurando darle el acabado rugoso en las zonas donde se realizan las conexiones de segunda etapa, identificando el elemento, colocando además la orientación de acuerdo con lo indicado en el proyecto geométrico. Se trazarán los ejes del elemento como referencias para el montaje; una vez cumplido lo anterior, se transportará a la obra para su respectivo montaje.

*Montaje de Columna.* Una vez que esté liberado y preparado el lugar para realizar el izaje y montaje de la columna, para ello se verifica los niveles de desplante de la columna, así como las dimensiones reales de la columna, para hacer los ajustes necesarios en el perno nivelador y dejar la columna en la posición y nivel marcado en proyecto geométrico. Una vez hecho esto, se realiza el montaje de la columna verificando en todo momento nivel superior y posición de ejes, apoyado con la topografía con una tolerancia de +/- 1 cm y estabilizando temporalmente el elemento por medio de la grúa, fijándose por medio de cuñas de madera a los contrafuertes de la zapata.

*Relleno de excavación.* Una vez concluido el colado de segunda etapa del candelero-zapata y alcanzado el 60 % de la resistencia del concreto, se descimbrará y retirará todo el material ajeno, para posteriormente rellenar la excavación con material tipo tepetate, el cual se compactará al 90 % de su peso volumétrico seco máximo. Según la Prueba Proctor estándar, en capas de 20 cm (máximo) de espesor y obtener un valor relativo de soporte (VRS) de 20 % (mínimo), el cual se deberá incorporar previamente el agua necesaria por medio de riegos y mezclados sucesivos hasta obtener una humedad homogénea. Todos los rellenos que se coloquen en la zona de obra y no tengan una función estructural u ornamental deberán colocarse y compactarse con las características especificadas en proyecto.

*Construcción de los bancos de apoyo.* Primeramente, se trazarán los ejes y se revisarán los niveles reales para cotejarlos con los de proyecto geométrico y saber la altura a la que se deben dejar estos bancos, estos bancos serán de concreto reforzado y se colocarán los dispositivos de apoyo encapsulado de acuerdo con los requerimientos marcados en el proyecto estructural.

*Trabes Prefabricadas y Tabletas.* Estos elementos son colados en una planta de prefabricados, siendo de concreto preforzado, los cuales serán colados en un molde metálico y una vez alcanzado el 75 % de la resistencia indicada en proyecto, se hará la transferencia del prefuerzo, procediendo a desmoldarse y estibarse para el detallado final e identificando el elemento; así como trazado de los ejes y orientación para su respectivo montaje. Se transportará a la obra una vez que esté liberado y preparado el lugar para realizar el izaje y montaje.

*Montaje de Trabes TA's sobre Columna.* Se realiza una vez liberadas las trabes para su transporte y montaje; también deberá estar liberado y preparado el lugar para realizar el izaje y montaje de las trabes. Cumplido lo anterior, se transportarán a la obra de acuerdo con el programa de montaje, previo al montaje de estos elementos se verifica niveles y posición de los dispositivos de apoyo sobre la columna, en caso necesario se preparan placas metálicas como calzas, para alcanzar los niveles requeridos en proyecto, además de colocar las placas de neopreno para garantizar el contacto en toda la superficie de los dispositivos de apoyo.

Se deberá evitar el corte de varillas de la columna, excepto las que se indique en proyecto, una vez realizado lo anterior, se procede al montaje de las trabes, verificando en todo momento posición de

ejes tanto longitudinal como transversal, apoyado con la topografía con una tolerancia de +/- 1 cm, cumpliendo con lo indicado en el proyecto geométrico, por proceso constructivo y seguridad se montarán primero las traves de apoyo, realizando la conexión primero, antes de continuar con el proceso de montaje de las traves centrales o adyacentes.

*Conexión de columna con traves de apoyo.* Se procederá a la conexión de la columna con la trave de apoyo, armando el acero de conexión y calafateando para evitar la segregación de concreto y evitar fugas de lechada de cemento, se cuela utilizando concreto de alta resistencia indicado en proyecto, antes de continuar con la etapa de montaje de tabletas.

*Colocación de tope sísmico en traves de centrales o adyacentes.* Una vez concluidos los trabajos de montaje de las traves adyacentes a las traves de apoyo, se procederá inmediatamente a la colocación de los topes antisísmicos, para la fijación de estas.

*Montaje de Traves TC' s.* Una vez liberado las traves TC's para su transporte y montaje, se transportarán a la obra de acuerdo con el programa de montaje, en cuanto esté liberado y preparado el lugar para realizar el izaje y montaje de las traves, Previo al montaje de estos elementos se verificará que los dispositivos de apoyo estén correctamente colocados, para garantizar el contacto en toda la superficie de los dispositivos de apoyo; una vez hecho esto, se realizará el montaje de las traves TC's, cumpliendo con la posición marcados en el proyecto geométrico.

*Montaje de Tabletass.* Antes de realizar el montaje de las tabletas, se colarán los bancos de apoyo para las tabletas, colando al nivel indicado en el proyecto geométrico para así garantizar cumplir los niveles indicados en proyecto. Se realizará el montaje respetando el orden, orientación y separación indicados en proyecto geométrico para el posterior colado del firme de compresión.

*Firme Estructural.* Se realizará el armado complementario en la losa de las traves cajón y/o tabletas, realizando el colado hasta el nivel de subrasante y hasta la franja de conexión de parapetos de concreto; por lo que, se deberán dejar varillas de conexión para ligar. Se deberá seguir un procedimiento de colados por etapas del firme estructural, para evitar la aparición de juntas frías, colando a la resistencia indicada en proyecto estructural; además, de alojar lo correspondiente a las instalaciones pluviales.

*Parapeto de Concreto.* Se iniciará el armado, así como la colocación de los accesorios metálicos, para poner los postes de alumbrado y los correspondientes al parapeto metálico; se alojarán las tuberías para la instalación eléctrica o de otro tipo de instalaciones; el concreto tendrá la misma resistencia que se utilizó para el firme estructural.

*Instalación de Complementos y Terminación de Obra.* Por último, se realizará el montaje de los parapetos metálicos, realizando la conexión de estos con las placas de apoyo, colocando su terminado de acuerdo con lo indicado en proyecto; colocación de carpeta asfáltica; postes de alumbrado; así como de la señalización horizontal y vertical definitiva de acorde a la normatividad vigente.

## II.5 Procedimiento constructivo de las vialidades a nivel

Se aplicará este procedimiento en las vialidades a nivel, así como en las zonas de relleno de excavación de zapatas o en las zonas de restitución y que comprende las siguientes actividades:

*Preparación del sitio.* Para las actividades de preparación del terreno se realizará, en primera instancia, el retiro de la vegetación, así como la reubicación y/o trasplante de diversos individuos arbóreos existentes (en caso de interferir con el trazo de la vialidad).

*Excavación en caja.* Una vez limpia la superficie, se procederá a realizar una caja, para poder alojar el cuerpo del terraplén, se realizará con maquinaria hasta llegar al nivel requerido en proyecto, el cual se apoyará con el equipo de topografía. En este nivel se compactará con equipo para la siguiente etapa.

*Capa Sub-base.* Sobre la superficie preparada se colocará la capa sub-base y se formará en una sola capa, debiéndose compactar con equipo vibratorio, atendiendo lo estipulado en las normas N-CMT-4- 02-001/16 Materiales para sub-bases y N-CTR-CAR-1-04-002/11 Construcción de sub-bases y bases.

Para dar por terminada la construcción de la capa Sub-base deberá verificarse el alineamiento, perfil, sección, compactación, espesor y acabado de acuerdo con lo fijado en proyecto. Se aceptará en la compactación una variación de -2 % en el 20 % de las calas volumétricas, siempre que el grado

de compactación promedio determinado sea mayor que el especificado. Se sugiere realizar una cala por cada 100 m<sup>3</sup> de material colocado.

*Capa Base.* La capa base se formará en una sola capa, debiéndose compactar con equipo vibratorio, atendiendo lo estipulado en las normas N-CMT-4-02-002/16 Materiales para bases hidráulicas y N-CTR-CAR-1-04-002/11 Construcción de sub-bases y bases.

Para dar por terminada la construcción de la capa Base deberá verificarse el alineamiento, perfil, sección, compactación, espesor y acabado de acuerdo con lo fijado en proyecto. Se aceptará en la compactación una variación de -2 % en el 20 % de las calas volumétricas, siempre que el grado de compactación promedio determinado sea mayor que el especificado. Se sugiere realizar una cala por cada 100 m<sup>3</sup> de material colocado.

*Riego de impregnación.* Una vez que la capa de base haya cumplido con las especificaciones, sobre la base seca, libre de polvo y partículas sueltas, se aplicará un riego de impregnación en base de emulsión catiónica de rompimiento medio ECM-65, en proporción de 1.20 L/m<sup>2</sup>, la emulsión deberá cumplir con las características de la tabla correspondiente. El riego se aplicará durante las horas más calurosas; de existir acumulaciones excesivas de asfalto, se retirarán mediante cepillos. En caso de existir posibilidades de lluvia, esta actividad se pospondrá y la base se protegerá mediante el sellado con rodillo neumático o bien con membranas de polietileno.

*Riego de liga convencional.* Transcurridas 48 h (mínimo) de aplicado el riego de impregnación y 30 min antes de la colocación de la mezcla asfáltica, se aplicará el riego de liga convencional una vez que el material haya penetrado y desfluxado. No deberá existir la posibilidad de lluvia durante la aplicación del riego y mezcla asfáltica, manteniendo en todo momento la superficie de aplicación limpia y seca. El riego de liga convencional se realizará con una emulsión catiónica de rompimiento rápido ECR-65, con las características que se expresan en la siguiente tabla, con una proporción de 0.70 L/m<sup>2</sup> y penetración de 2 mm (mínimo). La base impregnada se cerrará a cualquier actividad por un plazo de 48 h (mínimo). En caso de existir posibilidades de lluvia, el riego se pospondrá. En caso de existir acumulación excesiva de material, deberá retirarse mediante cepillos.

*Tendido de Mezcla.* Transcurridos 30 min del riego de liga convencional se formará la carpeta asfáltica, mediante el tendido y compactado de mezcla elaborada en caliente, en una planta

estacionaria, utilizando cemento asfáltico. La colocación del concreto asfáltico se realizará con una máquina pavimentadora autopropulsada, capaz de esparcir y precompactar la capa de carpeta que se tienda, dicha máquina estará especialmente diseñada y construida para aplicar una carpeta delgada. Además, contará con los dispositivos necesarios para un adecuado tendido como un enrasador, una tolva receptora de la mezcla, sensores de control automático de niveles, tolva de recepción y banda transportadora para evitar segregación, tanque de almacenamiento de emulsión asfáltica, sistema medidor de la emulsión de asfalto modificado con polímero, barra de espreas con sistema de calentamiento y placa vibrocompactadora.

El equipo mencionado será capaz de rociar la emulsión de asfalto modificado con polímero, aplicando la capa de mezcla en caliente y nivelando la superficie en una misma acción y en forma sincronizada. El concreto asfáltico de mezcla en caliente será colocado inmediatamente después de haberse aplicado la membrana de emulsión de asfalto modificado con polímero sobre toda la superficie de aplicación. Así después de elaborada la mezcla asfáltica, se extenderá y se conformará con una pavimentadora autopropulsada, de tal manera que se obtenga una capa de material sin compactar de espesor uniforme.

El tendido se hará en forma continua, utilizando un procedimiento que minimice las paradas y arranques de la pavimentadora. Cuando el tendido se haga en 2 o más franjas, con un intervalo de más de un día entre franjas, éstas se ligarán con cemento asfáltico o con emulsión de rompimiento rápido (ECR-60). Es posible evitar esto, si se utilizan pavimentadoras en batería.

De ser necesario, la mezcla se extenderá en capas sucesivas con un espesor no mayor que aquel que el equipo sea capaz de compactar, hasta que se obtenga la sección y el espesor con las características establecidas en el proyecto. Cuando el tendido se haga por capas, la capa sucesiva no se tenderá hasta que la temperatura de la capa anterior sea menor a 70°C en su punto medio. No se deberán tender tramos mayores de los que puedan ser compactados de inmediato. En el caso de iniciar lluvia, el tendido deberá suspenderse de inmediato.

*Compactación.* El proceso de compactación se llevará a cabo utilizando un compactador de 12 t. El compactador de rodillo metálico deberá ser autopropulsado, reversible y provisto de petos limpiadores para evitar que el material se adhiera a los rodillos. Puede ser de 3 rodillos metálicos en



2 ejes o de 2 o 3 ejes con rodillos en tándem, con un diámetro mínimo de 1m. En ningún caso, se podrá hacer uso de máquinas neumáticas. Inmediatamente después de tendida la mezcla asfáltica, será compactada al 95º de su peso volumétrico Marshall, la capa extendida se compactará con compactadores de rodillo liso metálico en modo estático. La temperatura de la mezcla inmediatamente antes de proceder a su compactación deberá ser de >130°C.

La compactación se hará longitudinalmente, de las orillas hacia el centro de las tangentes y del interior al exterior en las curvas, con un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactado en cada pasada. Por ningún motivo se estacionará el equipo de compactación, por periodos prolongados, sobre la carpeta recién compactada.

*Riego de sello.* Una vez verificadas y cumplidas las características de la carpeta es recomendable aplicar un riego de sello sobre ésta para impermeabilizarla. El riego se realizará con lechada de cemento- agua en proporción de cemento/área de 0.8 L/m<sup>2</sup>.

*Colocación de Señalización.* Por último, se realiza la colocación de señalización horizontal y vertical definitiva de acorde a la normatividad vigente.

## II.6 Alumbrado público

De acuerdo con la carga a instalar y la necesidad eléctrica del proyecto de iluminación, se utilizará un sistema general de 3F, 3H, 220 VCA, más tierra. Y para la derivación individual a cada lámpara será a 2F, 2H, 220 VCA, más tierra.

Los luminarios propuestos para el proyecto están basados en tecnología LED (diodo emisor de luz) de color blanco. El uso de tecnología LED permite un ahorro en el consumo de energía eléctrica, en comparación a lámparas convencionales. A esta reducción en el consumo de energía se debe considerar una ventaja importante y significativa con el uso de esta tecnología LED, la cual es: tiempo de vida (vida en horas)

Las tuberías y accesorios utilizados para instalaciones deberán de estar protegidas contra la corrosión, los accesorios para la unión y sujeción serán los adecuados para cada tipo de tubería. Los gabinetes utilizados para alojar equipo eléctrico deberán estar protegidos por dentro y por fuera contra la corrosión; además, deberán estar contruidos de tal forma que se asegure una amplia

resistencia y rigidez, y deberán ser adecuados para la atmósfera en que van a trabajar (a prueba de lluvia en exteriores, o de servicios generales para interiores).

Los conductores que se instalen deberán contar con un aislamiento termoplástico tipo THW-LS para 600V y con una temperatura máxima en el conductor de 90°C para bajo puente. Con aislamiento de polietileno de cadena cruzada (XLP), tipo XHHW, para operar a 600 VCA, 90°C para sobre puente. Para la puesta a tierra de los elementos metálicos no conductores que formen parte de los circuitos de alumbrado se considera la instalación de un conductor de cobre desnudo (mínimo el No. 12 AWG) y cumplir con la NOM-001.

## II.7 Programa de mantenimiento

Durante la etapa de mantenimiento no se tiene contemplado ningún método para el control de malezas o fauna nociva; en consecuencia, las actividades a realizar durante esta etapa serán las siguientes según las Normas y Procedimientos de Conservación y Reconstrucción de Carreteras:

*Reposición de señales.* Estas actividades se llevarán a cabo cada vez que una señal deba reponerse o cambiarse con el fin de brindar una adecuada señalización y se prevengan accidentes.

*Mantenimiento general del pavimento.* Se puede realizar de manera constante como mantenimiento rutinario llevando a cabo tareas como los trabajos de calavereo, riego de sello, reposición de material pétreo, fantasmas, pintura, etc. Este mantenimiento se efectúa diariamente según el tramo y el estado de deterioro. De la misma manera, deberá dársele un mantenimiento periódico en el que se incluyan las actividades como bacheo, renivelación, reencarpetao y mantenimiento general; la periodicidad deberá incluirse según los reportes del estado del pavimento y el programa de mantenimiento general a lo largo de la vida útil de la carretera.

*Mantenimiento Preventivo.* Esta etapa consiste en la realización de trabajos de conservación en los que no se requiere de herramientas especiales o de gran tamaño para procedimientos como reposición de señales, mantenimiento de taludes, pintura y reposición de material de la superficie de rodamiento.

*Mantenimiento Mayor.* Este mantenimiento consiste en trabajos en los que se requiere del cierre de un carril o de un cuerpo de circulación de la vialidad con el fin de realizar trabajos de reencarpetado o mantenimiento mayor de la superficie de rodamiento y colocar señales de peligro.

*Verificación del nivel de servicio.* Esta actividad consiste en la realización de recorridos de prueba con un vehículo de diseño y con cuatro pasajeros que determinarán el nivel de servicio de la vialidad.

*Recorridos de revisión.* Los recorridos de revisión son actividades encaminadas al control y supervisión de los trabajos de mantenimiento y de operación del camino.

## II.8 Requerimiento de personal e insumos

El personal requerido para la realización de la obra será contratado, principalmente, en los centros de población y localidades cercanas ubicadas inmediatas a la obra, con el propósito de que esta participe en la economía local.

Se requiere de mano de obra calificada y no calificada. El tipo de contratación será temporal. Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se requerirá de personal de diversos oficios y aptitudes. La cantidad, especialidad y tiempo de ocupación estimados, que es enunciativa más no limitativa, se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla II-6. Requerimiento de personal.**

Puesto de trabajo	Número de empleados	Puesto de trabajo	Número de empleados
Albañil	12	Oficial Carpintero	66
Ambiental	6	Oficial Albañil	78
Auxiliar Ambiental	12	Oficial fierro	248
Auxiliar de seguridad	6	Operador Camión de pipa	12
Ayudante General	368	Operador Camión de volteo	6
Ayudante liniero	12	Operador de Grúa	12
Bombero	6	Operador de Retroexcavadora	12
Cabo	21	Operador Excavadora	33
Cabo fierros	6	Operador Motoconformadora	12
Cabo O.E.	6	Operador Motoniveladora	6
Cadenero	6	Operador Tractor D5	6
Carpintero	6	Operador Vibrocompactador	21
Chofer	6	Recurso preventivo	12
Coordinador de Compras	39	Residente de obra	39

<b>Puesto de trabajo</b>	<b>Número de empleados</b>	<b>Puesto de trabajo</b>	<b>Número de empleados</b>
Control de materiales y acarreos	6	Seguridad	6
Control de obras y estimaciones	6	Sobrestante	6
Coordinador H&S y Ambiental	6	Superintendente de obra	6
Director de proyectos	6	Supervisor ambiental	12
Gerente general	12	Supervisor de calidad	6
Jefe de maquinaria	6	Supervisor de obra en ST	6
Jefe de obra	6	Supervisor de seguridad	6
Liniero B	6	Supervisor de seguridad geológica	12
Liniero C	6	Técnico especializado	12
Logística	12	Topógrafo	6
Maniobrista	6	Velador	6
Mecánico	6	Biólogo	18



Sistema de Autopistas, Aeropuertos, Servicios  
Conexos y Auxiliares del Estado de México

# Capítulo III

---

DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
DEL SECTOR VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN  
MODALIDAD REGIONAL

PARA EL PROYECTO

“INFRAESTRUCTURA VIAL PARA INTERCONECTAR LA CALZADA  
IGNACIO ZARAGOZA Y LA AUTOPISTA PEÑÓN-TEXCOCO SOBRE  
EL PERIFÉRICO ORIENTE”

## ÍNDICE

CAPÍTULO III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.....	III-5
III.1 Constitución política de los estados unidos mexicanos .....	III-5
III.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente .....	III-6
III.3 Ley General de Vida Silvestre .....	III-6
III. 4 Ley de Aguas Nacionales .....	III-8
III.5 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos .....	III-9
III.6 Ley General de Asentamientos Humanos .....	III-10
III.6.1 Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano .....	III-11
III.7 Ley de Movilidad de la Ciudad de México.....	III-11
III.8 Reglamento de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental .....	III-12
III.9 Normas Oficiales Mexicanas .....	III-14
III.10 Plan Nacional de Desarrollo .....	III-18
III.11 Plan General de Desarrollo de la Ciudad de México 2020-2040.....	III-18
III.12 Plan Estatal de Desarrollo del Estado de México 2017-2023.....	III-19
III.13 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio .....	III-20
III.14 Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de México.....	III-28
III.15 Plan Verde de la Ciudad de México.....	III-39
III.16 Planes o programas de desarrollo urbano municipales (PDU) .....	III-40
III.16.1 Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Iztacalco.....	III-40
III.16.2 Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Iztapalapa .....	III-40
III.16.3 Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Venustiano Carranza .....	III-41

III.16.4 Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Nezahualcóyotl .....	III-41
III.17 Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas .....	III-43

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla III-1. Vinculación del proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.....	III-6
Tabla III-2. Vinculación del proyecto con la Ley general de Vida Silvestre. ....	III-7
Tabla III-3. Vinculación del proyecto con la Ley de Aguas Nacionales.....	III-8
Tabla III-4. Vinculación del proyecto con la Ley de LGPGIR. ....	III-9
Tabla III-5. Vinculación del proyecto con la Ley General de Asentamientos Humanos.....	III-10
Tabla III-6. Vinculación del proyecto con la Ley General de asentamientos y ordenamiento territorial. .....	III-11
Tabla III-7. Vinculación del proyecto al Reglamento de la LGEEPA.....	III-12
Tabla III-8. Vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas. ....	III-15
Tabla III-9. NOM de Materiales de construcción. ....	III-17
Tabla III-10. NOM de Luminarias.....	III-18
Tabla III-11. Vinculación del proyecto con el Plan General de Desarrollo de la Ciudad de México 2020- 2040.....	III-19
Tabla III-12. Vinculación del proyecto con el Plan Estatal de Desarrollo del Estado de México 2017- 2023.....	III-19
Tabla III-13. Características de la UAB 121 Depresión de México. ....	III-22
Tabla III-14. Vinculación del proyecto con las estrategias de la UAB 121 del POEGT.....	III-23
Tabla III-15 Vinculación del proyecto con los criterios de la UGA AG-4-90 del POETEM.....	III-32
Tabla III-16. Vinculación del proyecto con los criterios de la UGA AG-1-200 del POETEM. ....	III-35
Tabla III-17. Vinculación del proyecto con el plan verde de la Ciudad de México.....	III-39
Tabla III-18. Vinculación del proyecto con el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Iztacalco.....	III-40
Tabla III-19. Vinculación del proyecto con el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Iztapalapa. ....	III-40

Tabla III-20. Vinculación del proyecto con el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Venustiano Carranza ..... III-41

Tabla III-21. Vinculación del Proyecto con los usos de suelo del PMDU de Nezahualcóyotl. .... III-42

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura III-1. Ubicación del Proyecto en las UGAS del POEGT. .... III-22

Figura III-2 Ubicación del proyecto en las UGAS del POER del Estado de Baja California. .... III-31

Figura III-3 Ubicación del Proyecto en los usos de suelo del PMDU de Nezahualcoyotl. .... III-42



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

El presente proyecto pretende construir infraestructura para incrementar la movilidad entre la Ciudad de México y Nezahualcóyotl y se intenta disminuir los tiempos de recorrido y los congestionamientos viales en las horas con mayor afluencia. Además, este proyecto dará solución a la falta de continuidad que presentan las principales vialidades de Nezahualcóyotl y que debido a esto presentan congestionamiento. En cuanto a la Ciudad de México se busca que en los flujos viales que conectan estos dos Estados, los medios de transporte se mantengan en velocidades constantes.

Conforme a las características, ubicación y actividades del proyecto, este es de competencia federal en materia de evaluación del Impacto Ambiental, al tratarse de obras y actividades establecidas en la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en el artículo 28. A continuación se identifican y analizan diferentes instrumentos jurídicos, normativos o administrativos que regulan la actividad que integra este proyecto que asegure una evaluación positiva.

Tal y como el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental en su Artículo 13 establece que la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad regional deberá contener el desarrollo de la vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamiento jurídicos aplicables; entendiendo esta vinculación como la relación jurídica entre las actividades de la obra y los diferentes lineamientos legales establecidos en instrumentos como:

### III.1 Constitución política de los estados unidos mexicanos

Publicada en el Diario Oficial de la Federación (D.O.F.) el 5 de febrero de 1917.

El análisis de los ordenamientos jurídicos comienza a partir de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, al ser el máximo documento rector del país del que emana toda la legislación nacional. En la cual se plasma el derecho de toda persona a disfrutar de un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar, y el desarrollo nacional integral y sustentable teniendo en cuenta la conservación, preservación y restauración de los recursos naturales del país. Por lo anterior, es

esencial considerar durante la evaluación del estudio de impacto ambiental todas las implicaciones ambientales que presentará el proyecto para llevar a cabo su operación.

### III.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Publicado en el Diario Oficial de la Federación en fecha de 28 de enero de 1988.

En la siguiente tabla se identifican los artículos de la LGEEPA que se vinculan con el proyecto.

**Tabla III-1. Vinculación del proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.**

Artículo	Vinculación
<p>ARTÍCULO 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría.</p> <p>I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos;</p>	<p>El presente documento corresponde a la Manifestación de Impacto Ambiental, en su modalidad Regional (MIA-R) de competencia federal por tratarse de una vía general de comunicación, cuyo propósito es obtener la Autorización correspondiente en términos del presente artículo.</p>

### III.3 Ley General de Vida Silvestre

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de julio de 2000. Última reforma publicada DOF 20-05-2021.

En la siguiente tabla se presenta la vinculación del proyecto con la ley en cuestión.

**Tabla III-2. Vinculación del proyecto con la Ley general de Vida Silvestre.**

Instrumento y Artículo	Disposición	Vinculación y propuesta de cumplimiento
<b>Ley General de Vida Silvestre</b>		
Artículo 5	El objetivo de la política nacional en materia de vida silvestre y su hábitat, es su conservación mediante la protección y la exigencia de niveles óptimos de aprovechamiento sustentable, de modo que simultáneamente se logre mantener y promover la restauración de su diversidad e integridad, así como incrementar el bienestar de los habitantes del país.	La MIA-R que se presenta para autorización, contempla las medidas de prevención, mitigación y compensación para el cumplimiento de las disposiciones de esta Ley.
Artículo 31	Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.	La construcción de la obra no contempla la captura y traslado de fauna silvestre.
Artículo 58	Entre las especies y poblaciones en riesgo estarán comprendidas las que se identifiquen como:	
Inciso a)	En peligro de extinción, aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.	
Inciso b)	Amenazadas, aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.	Se tomarán las medidas necesarias para el cumplimiento de las disposiciones de esta Ley.
Inciso c)	Sujetas a protección especial, aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.	
Artículo 59	Los ejemplares confinados de las especies probablemente extintas en el medio silvestre serán destinados exclusivamente al desarrollo de proyectos de conservación, restauración, actividades de repoblación	

Instrumento y Artículo	Disposición	Vinculación y propuesta de cumplimiento
<b>Ley General de Vida Silvestre</b>		
	y reintroducción, así como de investigación y educación ambiental autorizados por la Secretaría.	cumplimiento de las disposiciones de esta Ley.
Artículo 64	La Secretaría acordará con los propietarios o legítimos poseedores de predios en los que existan hábitats críticos, medidas especiales de manejo, mitigación de impactos y conservación. La realización de cualquier obra pública o privada, así como de aquellas actividades que puedan afectar la protección, recuperación y restablecimiento de los elementos naturales en los hábitats críticos, deberá quedar sujeta a las condiciones que se establezcan como medidas especiales de manejo y conservación en los planes de manejo de que se trate, así como del informe preventivo correspondiente, de conformidad con lo establecido en el reglamento.	La MIA-R que se presenta para autorización, contempla las medidas de prevención, mitigación y compensación para el cumplimiento de las disposiciones de esta Ley.

### III. 4 Ley de Aguas Nacionales

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de diciembre de 1992. Última reforma publicada DOF 06-01-2020.

En la siguiente tabla se presenta la vinculación del proyecto con la Ley de Aguas Nacionales.

**Tabla III-3. Vinculación del proyecto con la Ley de Aguas Nacionales.**

Instrumento y Artículo	Disposición	Vinculación con el proyecto
<b>Ley de Aguas Nacionales</b>		
Artículo 7.	Se declara de utilidad pública:	
Fracción II	La protección, mejoramiento, conservación y restauración de cuencas hidrológicas, acuíferos, cauces, vasos y demás depósitos de agua de propiedad nacional, zonas de captación de fuentes de abastecimiento, zonas federales, así como la infiltración natural o artificial de aguas para reabastecer mantos acuíferos acorde con las "Normas Oficiales Mexicanas" y la derivación de las aguas de una cuenca o región hidrológica hacia otras;	En el proyecto ejecutivo, se están tomando las medidas necesarias para evitar deterioro de los acuíferos.
Artículo 86 BIS 2	Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de	Dado la naturaleza del proyecto no se realizarán descargas de aguas residuales que contengan contaminantes

Instrumento y Artículo	Disposición	Vinculación con el proyecto
<b>Ley de Aguas Nacionales</b>		
	aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición	en cualquier cuerpo, corriente de agua o en el subsuelo.

### III.5 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de octubre de 2003. Última reforma publicada DOF 18-01-2021.

Los artículos de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPEGIR) que se vinculan con el proyecto se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla III-4. Vinculación del proyecto con la Ley de LGPGIR.**

Instrumento y Artículo	Disposición	Vinculación y propuesta de cumplimiento
<b>Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos</b>		
Artículo 1	<p>La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional.</p> <p>Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación, así como establecer las bases para:</p>	El proyecto aplicará la legislación en materia de residuos para la clasificación de los residuos que se generen en las diferentes etapas del proyecto, se identificarán y manejarán de forma ambientalmente segura.
Fracción I	Aplicar los principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de residuos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, los cuales deben de considerarse	

Instrumento y Artículo	Disposición	Vinculación y propuesta de cumplimiento
<b>Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos</b>		
	en el diseño de instrumentos, programas y planes de política ambiental para la gestión de residuos;	
Fracción II	Determinar los criterios que deberán de ser considerados en la generación y gestión integral de los residuos, para prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y la protección de la salud humana;	
Artículo 19	Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:	
Fracción VII	Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;	

### III.6 Ley General de Asentamientos Humanos

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 21 de julio de 1993. Última reforma publicada DOF 09-04-2012.

En la siguiente tabla se vinculan los artículos de la Ley General de Asentamientos Humanos aplicables a l proyecto.

**Tabla III-5. Vinculación del proyecto con la Ley General de Asentamientos Humanos.**

Instrumento y Artículo	Disposición	Vinculación con el proyecto
<b>Ley General de Asentamientos Humanos</b>		
Artículo 3	El ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y el desarrollo urbano de los centros de población, tenderá a mejorar el nivel y calidad de vida de la población urbana y rural, mediante:	Con la construcción de la obra, al tratarse de una infraestructura moderna, se promueve la prestación de servicios de calidad, una vialidad funcional, con una adecuada afluencia vehicular. Además, de mejorar la conectividad, logrando una disminución de tiempos y de recorridos y por ende de los
Fracción VIII	La protección del patrón de asentamiento humano rural y de las comunidades indígenas;	

Instrumento y Artículo	Disposición	Vinculación con el proyecto
<b>Ley General de Asentamientos Humanos</b>		
		costos, en suma, mejora el nivel de calidad de vida.

### III.6.1 Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de noviembre de 2016. Última reforma publicada DOF 01-06-2021.

En la siguiente tabla se vincula el proyecto con la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano.

**Tabla III-6. Vinculación del proyecto con la Ley General de asentamientos y ordenamiento territorial.**

Instrumento y Artículo	Disposición	Vinculación con el proyecto
<b>Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano</b>		
Artículo 4	La planeación, regulación y gestión de los asentamientos humanos, Centros de Población y la ordenación territorial, deben conducirse en apego a los siguientes principios de política pública:	Con la construcción de la obra, al tratarse de una infraestructura moderna, se promueve la prestación de servicios de calidad, una vialidad funcional, con una adecuada afluencia vehicular. Además, de mejorar la conectividad, logrando una disminución de tiempos y de recorridos y por ende de los costos, en suma, mejora el nivel de calidad de vida.
Fracción VI	VI. Productividad y eficiencia. Fortalecer la productividad y eficiencia de las ciudades y del territorio como eje del Crecimiento económico, a través de la consolidación de redes de vialidad y Movilidad, energía y comunicaciones, creación y mantenimiento de infraestructura productiva, equipamientos y servicios públicos de calidad. Maximizar la capacidad de la ciudad para atraer y retener talentos e inversiones, minimizando costos y facilitar la actividad económica;	

### III.7 Ley de Movilidad de la Ciudad de México

De acuerdo con la Ley de Movilidad de la Ciudad de México en el artículo 5 se establece que, “la movilidad es el derecho de toda persona a y de la colectividad a realizar el efectivo desplazamiento de individuos y bienes para acceder mediante los diferentes modos de transporte reconocidos en la Ley, a un sistema de movilidad que se ajuste a la jerarquía y principios que se establecen en este ordenamiento, para satisfacer sus necesidades y pleno desarrollo. En todo caso el objeto de la movilidad será la persona” (Ley de Movilidad de la Ciudad de México, 2014, Artículo 5). En este

sentido, es necesario que se promuevan estructuras viales para el transporte de modo que, se dé prioridad al peatón y al transporte, así como potenciar la eficiencia del transporte público.

### III.8 Reglamento de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo de 2000. Última reforma publicada DOF 21-10-2021.

En la siguiente tabla se realiza la vinculación del proyecto con Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

**Tabla III-7. Vinculación del proyecto al Reglamento de la LGEEPA.**

Instrumento y Artículo	Disposición	Vinculación y propuesta de cumplimiento
<b>Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental Capítulo II. De las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental y de las excepciones</b>		
Artículo 5	Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:	Las obras de la construcción del proyecto se ajustan a las disposiciones de este Reglamento, a través de la presentación de la manifestación de impacto ambiental modalidad regional y al requerimiento de la solicitud de autorización respectiva.
B) Vías Generales de Comunicación:	Construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios; puertos, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales.	
Inciso O)	<i>Cambios de Uso del Suelo de Áreas Forestales, así como en Selvas y Zonas Áridas:</i>	
Fracción 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	



Instrumento y Artículo	Disposición	Vinculación y propuesta de cumplimiento
<b>Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental Capítulo II. De las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental y de las excepciones</b>		
	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;	
<b>Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental Capítulo III. Del procedimiento para la Evaluación del Impacto Ambiental</b>		
Artículo 9°	Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización. La Información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto.	La manifestación de impacto ambiental modalidad regional que se presenta, se ajusta a estas disposiciones.
Artículo 11	Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:	Las características del proyecto se ajustan a estas disposiciones y para ello presenta a la autoridad competente la manifestación de impacto ambiental en la modalidad regional para su evaluación y autorización.
Fracción I	Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas;	
Artículo 13	La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información: I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;	La Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional que se presenta para autorización, cumple con estas disposiciones del Reglamento de la LGEEPA.

Instrumento y Artículo	Disposición	Vinculación y propuesta de cumplimiento
<b>Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental Capítulo II. De las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental y de las excepciones</b>		
	<p>II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo;</p> <p>III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables;</p> <p>IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región;</p> <p>V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;</p> <p>VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;</p> <p>VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y</p> <p>VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.</p>	
Artículo 44	Al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental la Secretaría deberá considerar:	La MIA-R que se presenta para autorización, contempla las medidas de prevención, mitigación y compensación para el cumplimiento de las disposiciones de este reglamento, donde la SEMARNAT podrá realizar la evaluación correspondiente
Fracción I	Los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se trate, tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación;	
Fracción III	En su caso, la Secretaría podrá considerar las medidas preventivas, de mitigación y las demás que sean propuestas de manera voluntaria por el solicitante, para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.	

### III.9 Normas Oficiales Mexicanas

Se enlistan las principales NORMAS OFICIALES MEXICANAS (NOM) (SEMARNAT) que están directamente vinculadas con el Proyecto (siguiente Tabla).



**Tabla III-8. Vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas.**

Norma Oficial Mexicana	Definición	Quién debe Cumplir la Norma	Como cumplirá
<p><b>NOM-002-SEMARNAT-1996</b> (Publicada en el D.O.F. el 3 de junio de 1998)</p>	<p>Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal con el fin de prevenir y controlar la contaminación de las aguas y bienes nacionales, así como proteger la infraestructura de dichos sistemas, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas.</p>	<p>El personal que participa con la empresa constructora de la obra la cual será vigilada por el promovente.</p>	<p>No se verterán aguas residuales a los sistemas de alcantarillado municipal, federal o alcaldía.</p>
<p><b>NOM-041-SEMARNAT-2006</b> (Publicada en el D.O.F. el 28 de diciembre de 2011)</p>	<p>Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible</p>	<p>La norma es obligatoria para los responsables de vehículos automotores que utilicen gasolina como combustible. El promovente vigilará a la empresa constructora de la obra, para el cumplimiento de la misma.</p>	<p>Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se deberá realizar un mantenimiento periódico de los vehículos, maquinaria pesada y equipo a emplear que utilicen gasolina como combustible. También se deberán vigilar los niveles de emisiones con la finalidad de cumplir con la normatividad.</p>
<p><b>NOM-045-SEMARNAT-2006</b> (Publicada en el D.O.F. el 13 de septiembre de 2007)</p>	<p>Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.</p>	<p>Obligatoria para los responsables de vehículos automotores que utilicen diésel como combustible. El promovente vigilará a la empresa constructora de la obra, para el</p>	<p>Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se deberá realizar un mantenimiento periódico de los vehículos, maquinaria pesada y equipo a emplear que utilicen diésel como combustible. También se deberán vigilar los niveles de emisiones con la finalidad de cumplir con la normatividad.</p>

Norma Oficial Mexicana	Definición	Quién debe Cumplir la Norma	Como cumplirá
		cumplimiento de la misma.	
<p><b>NOM-052-SEMARNAT-2005</b> (Publicada en el D.O.F. el 23 de junio de 2006)</p>	<p>Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.</p>	<p>La empresa constructora responsable de la obra vigilada por el promovente.</p>	<p>Durante la construcción del proyecto, como resultado del mantenimiento y operación de los vehículos y maquinaria pesada, posiblemente se generarán residuos peligrosos. En este sentido, en caso de ser necesario se establecerá algún área de almacenamiento de sustancias y/o de combustible debidamente provistas para evitar fuga de residuos, con la finalidad de cumplir con la norma.</p>
<p><b>NOM-059-SEMARNAT-2010</b> (Publicada en el D.O.F. el 30 de diciembre de 2010)</p>	<p>Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.</p>	<p>La empresa constructora responsable de la obra vigilada el promovente.</p>	<p>En los trabajos de campo, se identifican especies de flora y fauna en algún estatus de la NOM 059-SEMARNAT-2010, para su conservación. En la MIA-R se describen las medidas preventivas, de mitigación o compensación, para su conservación. No se realizará ningún tipo de aprovechamiento de los recursos naturales en la zona de obra.</p>
<p><b>NOM-061-SEMARNAT-1994</b> (Publicada en el D.O.F. el 23 de abril de 2003)</p>	<p>Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestres por el aprovechamiento forestal</p>	<p>El personal que participa con la empresa constructora de la obra la cual será vigilada por el promovente.</p>	<p>El proyecto no pretende hacer aprovechamiento de la flora y fauna; por lo que las NOM 061 y 062 no son vinculables con el proyecto.</p>
<p><b>NOM-062-SEMARNAT-1996</b></p>	<p>Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos sobre la</p>	<p>La empresa constructora responsable de la</p>	

Norma Oficial Mexicana	Definición	Quién debe Cumplir la Norma	Como cumplirá
(Publicada en el D.O.F. el 23 de abril de 2003)	biodiversidad que es ocasionado por el cambio y uso de suelo de terrenos forestales agropecuarios.	obra vigilada el promovente.	
<b>NOM-080-SEMARNAT-1994</b>	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.	La empresa constructora responsable de la obra vigilada el promovente.	Los vehículos, maquinaria y equipo empleado en el proyecto, deberá de recibir mantenimiento periódico con el fin de minimizar la emisión de ruido.

A continuación, se enlistan todas las Normas Oficiales Mexicanas que se vinculan para evaluar la calidad de los materiales de construcción y luminarias (siguientes Tablas).

**Tabla III-9. NOM de Materiales de construcción.**

Definición	Norma Oficial Mexicana
Elaboración del concreto premezclado y hecho en obra	NMX-C-155-ONNCCE-2014
Cemento tipo Portland	NMX-C-414-ONNCCE-2017
Cribas para la clasificación de materiales granulares	NMX-B-231-1990
Especificaciones y métodos de prueba de cementos hidráulicos	NMX-C-414-ONNCCE-2017
Determinación de la consistencia normal	NMX-C-057-ONNCCE-2015
Determinación del tiempo de fraguado de los cementantes hidráulicos – Método de VICAT	NMX-C-059-ONNCCE-2017
Determinación de la sanidad de cementantes hidráulicos	NMX-C-062-ONNCCE-2015
Determinación del fraguado falso del cemento hidráulico – Método de pasta	NMX-C-132-ONNCCE-2015
Análisis granulométrico – Método de prueba	NMX-C-077-ONNCCE-1997
Determinación de la densidad relativa y absorción de agua del agregado grueso	NMX-C-164-ONNCCE-2014
Determinación de la densidad relativa y absorción de agua del agregado fino-Método de ensayo	NMX-C-165-ONNCCE-2014
Examen petrográfico – Método de ensayo	NMX-C-265-ONNCCE-2010
Determinación de la reactividad potencial – Método químico	NMX-C-271-ONNCCE-1999
Calidad del acero de refuerzo	NMX-C-407-ONNCCE-2001

**Tabla III-10. NOM de Luminarias.**

Definición	Norma Oficial Mexicana
Elaboración del diseño de ingeniería eléctrica	NOM-001-SEDE-2012
Condiciones de Iluminación en los centros de trabajo	NOM-025-STPS-2008
Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en vialidades	NOM-013-ENER-2013
Eficiencia Energética para Luminarios con diodos emisores de luz (LED) destinados a vialidades y áreas exteriores públicas	NOM-031-ENER-2012

### III.10 Plan Nacional de Desarrollo

El Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 contempla tres grandes ejes: Política y Gobierno, Política Social y Economía.

El gobierno de México está comprometido a impulsar el desarrollo sostenible, que en la época presente se ha evidenciado como un factor indispensable del bienestar. Se le define como la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Esta fórmula resume insoslayables mandatos éticos, sociales, ambientales y económicos que deben ser aplicados en el presente para garantizar un futuro mínimamente habitable y armónico.

La vinculación entre el Plan de Desarrollo Nacional y el presente proyecto es impulsar el desarrollo sostenible mediante la construcción de la vía, que es una necesidad actual para las personas que diariamente transita entre la Ciudad de México y Nezahualcóyotl.

Misma necesidad que atenta contra el bienestar de las personas ya que tiene que ver en aspectos no solo ambientales sino económicos, sociales y demográficos.

### III.11 Plan General de Desarrollo de la Ciudad de México 2020-2040

El Plan General de Desarrollo de la Ciudad de México 2020-2040 organiza y proyecta ejes como: 1. Ciudad igualitaria y de derechos, educadora y de bienestar, 2. Ciudad próspera y dinámica, 3. Ciudad sustentable, sana y resiliente, 4. Ciudad con equilibrio y ordenamiento territorial, 5. Ciudad en paz

y con justicia, 6. Ciudad innovadora y basada en conocimiento, 7. Gobierno honesto, cercano y ciudad global. Además, de un apartado en materia de infraestructura (siguiente Tabla).

**Tabla III-11. Vinculación del proyecto con el Plan General de Desarrollo de la Ciudad de México 2020-2040.**

Plan	Vinculación
4. Ciudad con equilibrio y ordenamiento territorial Objetivo estratégico: 22 Movilidad integrada, incluyente y segura Expansión y conexión de carriles de circulación exclusiva de transporte público y bicicleta, orientados a la construcción de una red de transporte sustentable.	El proyecto permitirá una vialidad en la que la circulación sea más rápida y que logre dar continuidad a las principales vialidades de la zona. Dando como resultado una red de vialidades que satisfagan las necesidades de las personas.
Objetivo estratégico: 23 Movilidad limpia baja en carbono Disponer de un sistema movilidad orientado a la promoción del uso de modos sustentables y a la introducción de tecnologías y diseño de políticas enfocadas a la reducción de contaminantes criterio y gases de efecto invernadero.	El proyecto pretende una movilidad limpia en la que las partículas contaminantes se reduzcan debido al mantenimiento de la velocidad durante el traslado. El proyecto se toma como una opción enfocada al mejoramiento de la movilidad entre las personas que viajan de la Ciudad de México y el estado de México.
Apartado en materia de infraestructura Materia estratégica: Vialidad Meta 1: Reducir los tiempos e incrementar la seguridad y el confort en los traslados que se realizan a través de la red vial primaria en cualquier tipo de transporte (público, privado, motorizado, bicicletas, etcétera), al reducir la emisión de GEI por los transportes motorizados y utilizar materiales sustentables en la construcción, conservación y mantenimiento de la red.	Otro de los problemas que se presentan en las principales vialidades son los tiempos de traslado y la seguridad de las personas que diariamente viajan. Por lo que, los habitantes del Estado de México invierten tiempo, dinero y seguridad para trasladarse a su trabajo o escuela, el proyecto se vincula en la manera que si se da otra opción de vialidad se incrementa la velocidad y el tiempo de traslados disminuye.

### III.12 Plan Estatal de Desarrollo del Estado de México 2017-2023

El Plan Estatal de Desarrollo del Estado de México 2017-2023 contiene definidos cuatro pilares: social, económico, territorial y de seguridad; y los transversales (siguiente Tabla).

**Tabla III-12. Vinculación del proyecto con el Plan Estatal de Desarrollo del Estado de México 2017-2023.**

Plan	Vinculación
Pilar Territorial	Se reconoce el impacto del desarrollo urbano en el deterioro de la calidad del aire por la dependencia

Plan	Vinculación
<p>3.5.1. ESTRATEGIA: Generar un ordenamiento territorial sustentable y un desarrollo urbano enfocado en la accesibilidad.</p> <p>Impulsar un mayor equilibrio espacial entre la vivienda y el empleo, fomentando usos mixtos e iniciativas de coordinación con el sector privado.</p>	<p>del transporte motorizado que responde a la lejanía entre casa-trabajo-escuela y servicios; por lo que, eleva la cantidad de desplazamientos y existe desequilibrio entre la ubicación de la vivienda, del empleo y de los equipamientos y, la falta de acceso a espacios públicos de calidad.</p> <p>El proyecto resulta ser una conexión entre el destino final de los desplazamientos, pretendiendo un equilibrio entre cada de ellos, fomentando el crecimiento económico en las dos entidades.</p>
<p>3.5.2. ESTRATEGIA: Promover un crecimiento urbano compacto que proteja el medio ambiente y articule a las ciudades con su entorno rural y natural.</p> <p>Disminuir el impacto ambiental y climático por el funcionamiento de las ciudades</p>	<p>Es importante recalcar que existe una dinámica económica entre la Ciudad de México y el Estado de México debido a la cercanía; en la que se benefician estas dos entidades por lo que se debe mantener e incrementar.</p> <p>El proyecto se vincula porque aporta balance a la relación económico-ambiental porque a partir de esto se disminuyen el congestionamiento vial de las principales vialidades y se disminuyen las partículas contaminantes.</p>
<p>3.5.6. ESTRATEGIA: Consolidar un Sistema Integral de Movilidad Urbana Sustentable en la entidad.</p> <p>Impulsar políticas públicas que garanticen el derecho humano a la movilidad urbana sustentable, eficiente, de calidad y segura, mediante la coordinación y vinculación permanente con las instancias responsables.</p> <p>Generar proyectos estratégicos en materia de vialidad, infraestructura urbana y movilidad, mediante la vinculación del sector privado, social e instituciones académicas y de investigación</p>	<p>La vinculación del proyecto y del Plan Estatal de Desarrollo es porque se proponen movilidad sustentable, vialidades de calidad y se reconoce el derecho humano a la movilidad.</p>

### III.13 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POETG), es “El instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades



de aprovechamiento de los mismos” (Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Título Primero, Art.3 fracción XXIII).

El Modelo de Ordenamiento Ecológico del Territorio (MOET) es físicamente un mapa que contiene áreas con usos y aprovechamientos permitidos, prohibidos y condicionados. La formulación del POEGT se realizó en 2008 y consistió en cuatro etapas metodológicas: caracterización, diagnóstico, pronóstico y propuesta. La caracterización y el diagnóstico permitieron conocer y evaluar las condiciones ambientales actuales que guarda el país, así como las variables que determinan los espacios territoriales y su aptitud para el desarrollo de cada sector, así como su incompatibilidad con otros sectores. Cabe aclarar que este Programa es de observancia obligatoria para toda la Administración Pública Federal e inductivo para los particulares.

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. Así, las regiones ecológicas se integran por un conjunto de UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Con base en lo anterior, a cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas, de la misma manera que ocurre con las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) previstas en los Programas de Ordenamiento Ecológico Regionales y Locales.

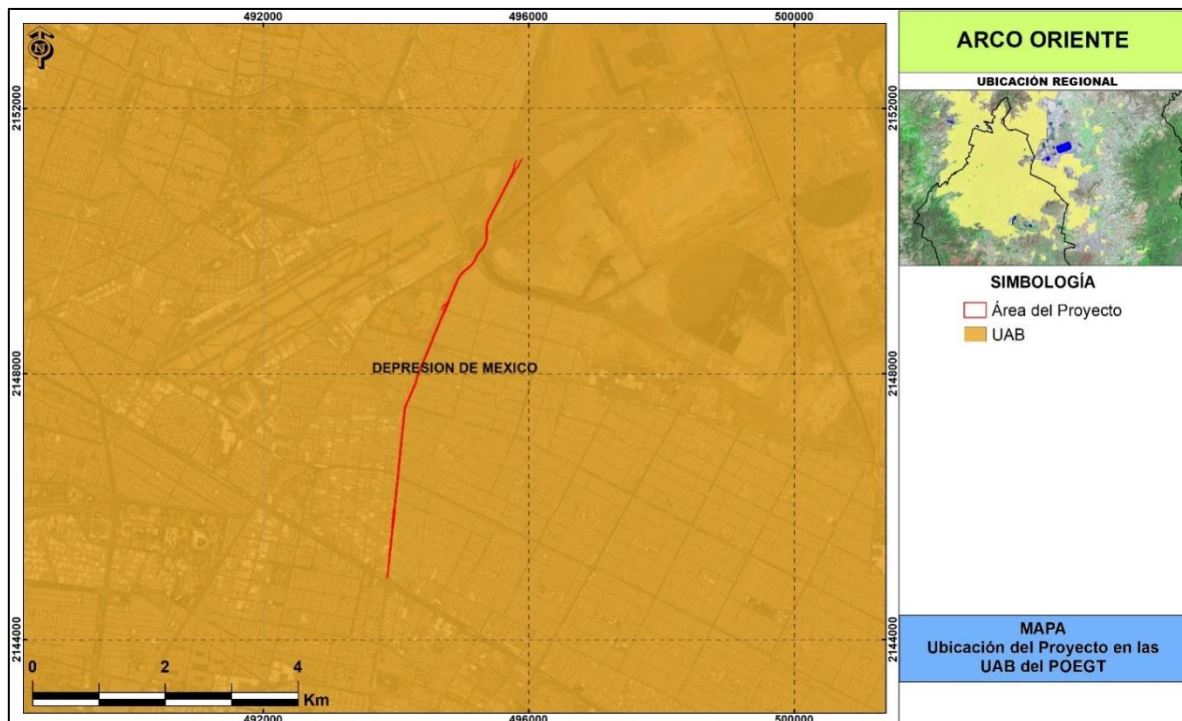
Aun cuando las UAB y las UGA comparten el objetivo de orientar la toma de decisiones sobre la ubicación de las actividades productivas y los asentamientos humanos en el territorio, así como fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; dichas Unidades difieren en el proceso de construcción, toda vez que las UGA se construyen originalmente como unidades de síntesis que concentran, en su caso, lineamientos, criterios y estrategias ecológicas, en tanto que las UAB, considerando la extensión y complejidad del territorio sujeto a ordenamiento, se

construyeron en la etapa de diagnóstico como unidades de análisis, mismas que fueron empleadas en la etapa de propuesta, como unidades de síntesis para concentrar lineamientos y estrategias ecológicas aplicables en dichas Unidades y, por ende, a las regiones ecológicas de las que formen parte.

El sitio del proyecto se encuentra inmerso en la UAB número 121 (Depresión de México), tiene una política ambiental de Aprovechamiento Sustentable protección, restauración y preservación; estado actual del medio ambiente inestable a crítico con una prioridad de atención media. Las características de esta UAB se muestran en la siguiente tabla y figura.

**Tabla III-13. Características de la UAB 121 Depresión de México.**

Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
Desarrollo Social-Turismo	Forestal-Industria-Preservación de Flora y Fauna	Agricultura-Ganadería-Minería	CFE-SCT	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44.



**Figura III-1. Ubicación del Proyecto en las UGAS del POEGT.**

En la siguiente tabla se establece la vinculación del proyecto con las estrategias aplicables ajustada a cada una de las líneas de acción de las estrategias aplicables a la UAB-121.

**Tabla III-14. Vinculación del proyecto con las estrategias de la UAB 121 del POEGT.**

Grupo	Estrategias / Líneas de acción	Vinculación
<b>I.- Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio</b>		
A) Preservación	1. Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad.	Durante todas las etapas del Proyecto se aplicarán acciones de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal afectadas y su adaptación al nuevo hábitat. También se ejecutarán acciones de rescate de fauna, los cuales incluirán actividades de rescate y reubicación de especies, así como acciones ahuyentamiento antes de iniciar obras en los frentes de trabajo.
	2. Recuperación de especies en riesgo.	
	3. Conocimiento análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	El Proyecto no implica aprovechamiento de recursos naturales ni realizará actividades agrícolas, por lo que estas estrategias no son aplicables.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	
C) Protección de los Recursos Naturales	8. Valoración de los servicios ambientales.	El Proyecto contempla la aplicación de medidas de sustentabilidad durante todas las etapas del Proyecto y no se considera que vaya a propiciar un desequilibrio en el ecosistema ni sobreexplotación de cuencas y/o acuíferos. Por otro lado, no se utilizará ningún tipo de agroquímicos
	9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.	
	12. Protección de los ecosistemas.	

Grupo	Estrategias / Líneas de acción	Vinculación
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	El Proyecto no implica aprovechamiento de recursos naturales ni se realizará actividades agrícolas, por lo que esta estrategia no es aplicable.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales renovables y actividades económicas de producción y servicios	<p>15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.</p> <p>15 BIS. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.</p> <p>16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional.</p> <p>17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).</p> <p>19. Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero.</p> <p>20. Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo</p>	Toda vez que el Proyecto no implica aprovechamiento de recursos naturales no renovables ni de actividades mineras, actividades de reconversión industrial ni de manufactura, esta estrategia no le aplica; sin embargo, durante todas las etapas del Proyecto se aplicaran medidas preventivas y de mitigación que permitan dar cumplimiento al marco normativo en materia ambiental.

Grupo	Estrategias / Líneas de acción	Vinculación
	condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental.	
	21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.	
	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).	

Grupo	Estrategias / Líneas de acción	Vinculación
<b>II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana</b>		
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	El Proyecto no contempla la construcción de vivienda por lo que esta estrategia no le aplica.
	25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.	Durante el desarrollo del Proyecto se aplicarán y se supervisarán las actividades dirigidas a la protección de los trabajadores y a la sociedad civil aledaña al área del Proyecto.
	26. Promover la Reducción de la Vulnerabilidad Física.	
	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.	Estos criterios son más aplicables a la gestión del agua por parte de las autoridades del sector y a los proveedores de infraestructura por lo que no son directamente vinculantes al Proyecto.
	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	
	29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	
	30. Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región.	El Proyecto fomentará la actividad económica durante todas las etapas de este.
	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	
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.		

Grupo	Estrategias / Líneas de acción	Vinculación
E) Desarrollo social	35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos	No se considera que estos criterios y políticas de desarrollo social sean vinculantes al Proyecto.
	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.	
	40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, 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.	
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	
<b>III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional</b>		
A) Marco jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	Toda la propiedad de la tierra en el área de desarrollo del Proyecto es de carácter federal por lo que los derechos de la propiedad rural están asegurados.
B) Planeación del ordenamiento territorial	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los	Los resultados del Proyecto permitirán dar fundamentos técnicos para impulsar y, en su

Grupo	Estrategias / Líneas de acción	Vinculación
	tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	caso redefinir el ordenamiento territorial municipal y del Estado.

Por las especificaciones de las obras y actividades del Proyecto, así como las medidas consideradas en el mismo; se puede establecer que su ejecución es compatible con las estrategias y líneas de acción señaladas en la UAB-121 del POEGT. Asimismo, no se contraponen con los criterios establecidos de esta UBA o no le aplican.

### III.14 Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de México.

Publicado en la Gaceta del Gobierno del Estado de México el 19 de diciembre del 2006, el Programa de Ordenamiento Territorial del Estado de México (POETEM) es un instrumento de planeación que establece la legislación ambiental para regular o inducir el uso de suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección de medio ambiente y la conservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potenciales de aprovechamiento de los mismos.

#### *Regionalización ecológica.*

La planeación desde el punto de vista ambiental se desarrollará a partir de las siguientes premisas:

La unidad de estudio, debe ser la región, entendida ésta como el espacio geográfico compuesto de un conjunto de ecosistemas interactuantes entre sí.

- a) La región debe ser vista como un sistema a partir del cual es posible establecer balances regionales entre la disponibilidad, la demanda y el deterioro de los recursos naturales.
- b) El desarrollo regional se condiciona a las políticas aplicables, más que a la disponibilidad de los recursos naturales.
- c) La estructura social y sus procesos históricos dentro de una región son los factores clave para incorporar, asimilar, modificar o rechazar los paquetes tecnológicos impulsados por las políticas de desarrollo.



De esta manera, la regionalización ecológica dentro del proceso de la planificación tiene como objetivo primordial dividir un territorio en áreas con características homogéneas, basándose en factores tales como los atributos físicos, bióticos y las condiciones actuales, las políticas ambientales de aprovechamiento, conservación, protección y restauración.

#### *Niveles de regionalización*

Con base en los criterios emitidos tanto por la Comisión de Cooperación Ambiental, como por el Instituto Nacional de Ecología de la SEMARNAT, se realizó la tipificación ecológica para el Estado de México, mediante el análisis multivariado de factores, el cual dio como resultado la identificación de 713 unidades territoriales homogéneas y jerárquicamente organizadas, las cuales se denominan unidades ecológicas.

#### *Políticas Ambientales Territoriales.*

Las cuatro políticas establecidas para el Ordenamiento Ecológico se definen a continuación:

##### a) Política de protección.

Promueve la permanencia de ecosistemas nativos, que debido a sus atributos de biodiversidad, extensión o particularidad en la unidad ambiental hacen imprescindible su preservación y cuidado extremo, con el objeto de salvaguardar su diversidad. Las actividades productivas sólo podrán desarrollarse mediante programa de conservación y manejo en atención a los intereses de la comunidad.

##### b) Política de conservación.

Cuando las condiciones de la unidad ambiental se mantienen en equilibrio, la estrategia de desarrollo sustentable será condicionada a la preservación, mantenimiento y mejoramiento de su función ecológica relevante, que garantice la permanencia, continuidad, reproducción y mantenimiento de los recursos. Se permitirán actividades productivas de acuerdo con la factibilidad ambiental con restricciones moderadas que aseguren su preservación sin promover el cambio de uso de suelo.

##### c) Política de restauración.

Cuando las alteraciones al equilibrio ecológico en una unidad ambiental son muy severas, se hace necesaria la ejecución de acciones tendientes a la recuperación y establecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales. Se promueve la aplicación de programas y actividades, encaminadas a la recuperación de los ecosistemas, promoviendo o no el cambio de uso de suelo, se permitirán actividades productivas de acuerdo con la factibilidad ambiental con restricciones moderadas.

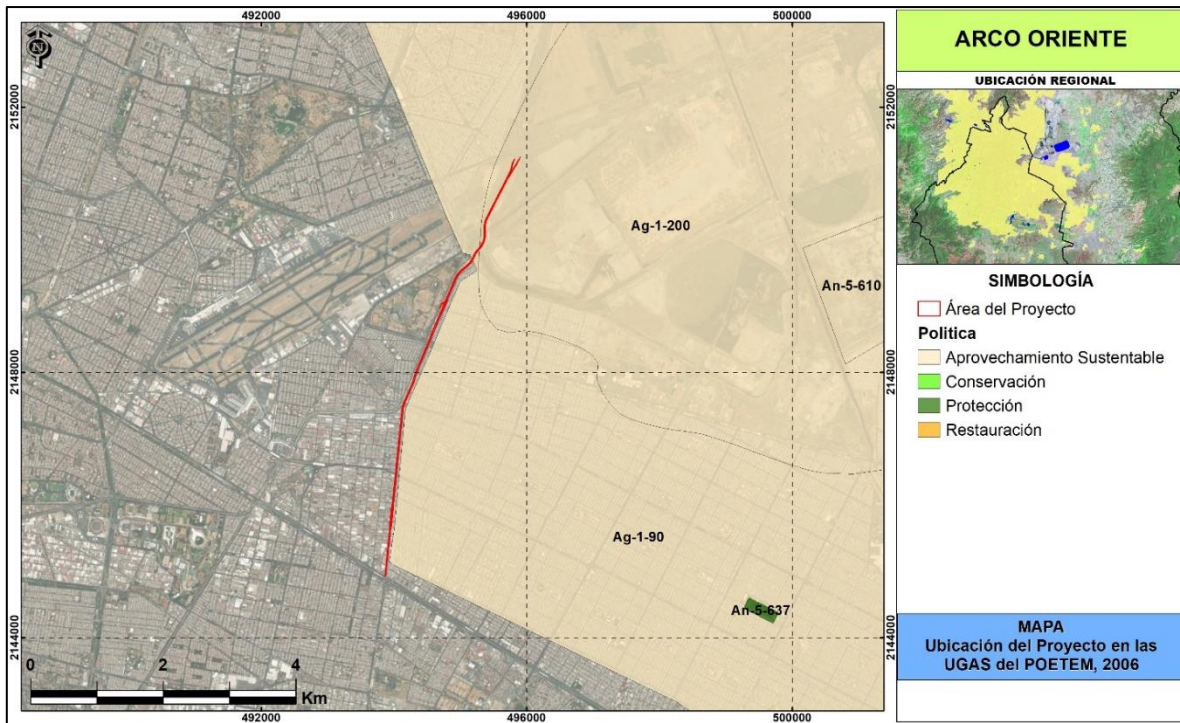
d) Política de aprovechamiento.

Cuando la unidad ambiental presenta condiciones aptas para el desarrollo sustentable de actividades productivas eficientes y socialmente útiles, dichas actividades contemplarán recomendaciones puntuales y restricciones leves, tratando de mantener la función y la capacidad de carga de los ecosistemas y promoviendo la permanencia o cambio de uso de suelo actual.

*Zonas de atención prioritaria*

La subdivisión del estado comprende 38 zonas de atención prioritarias, las cuales quedan conformadas de acuerdo con la cantidad e importancia de los factores que producen afectaciones al ambiente. Se detectó que algunas presentan similitudes en cuanto a presencia de degradación y, por el contrario, existen zonas que requieren atención inmediata, por lo que fue posible agruparlas en cinco rangos de prioridad: Muy baja, Baja, Media, Alta y Muy alta.

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México (POETEM, 2006), el predio del Proyecto del Aeropuerto Internacional de Santa Lucía se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) Ag-4-30, como se muestra en la figura siguiente.



**Figura III-2 Ubicación del proyecto en las UGAS del POER del Estado de Baja California.**

Los criterios de regulación ecológica de la UGA Ag-1-90 Y UGA Ag-1-200, se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla III-15 Vinculación del proyecto con los criterios de la UGA AG-4-90 del POETEM.**

<b>Criterio</b>	<b>Vinculación con el Proyecto</b>
1.- Consolidación urbana de los centros de población existentes, respetando su contexto ambiental de acuerdo con lo dispuesto en la normatividad	El objetivo del proyecto no es la construcción o desarrollo de centros población o vivienda, por lo que este criterio no le aplica
2.- Promover la construcción prioritariamente de terrenos baldíos dentro de la mancha urbana	El Proyecto se construirá en el derecho de vía federal del periférico y no en terrenos baldíos, por lo que no le aplica este criterio.
3.- Evitar el desarrollo de asentamientos humanos en las áreas naturales protegidas	El Proyecto no se refiere a la construcción o desarrollo de asentamientos humanos, mucho menos se encuentra en áreas naturales protegidas, por lo que no le aplica este criterio
4.- Promover la restauración ecológica y reverdecimiento de asentamientos humanos, hasta alcanzar el 12% mínimo de área verde del total del predio	El Proyecto no se refiere a la construcción o desarrollo de asentamientos humanos, mucho menos a la restauración ecológica, sin embargo, si considera acciones de restauración para el proyecto en áreas aledañas del derecho de vía.
5.- Garantizar la conservación de áreas que, de acuerdo a sus características ambientales (flora, fauna, especies con estatus con valor histórico o cultural, entre otros), lo ameriten	El Proyecto es congruente con este criterio al considerar acciones de restauración para compensar las afectaciones al componente de flora y fauna silvestre.
6.- Conservar las áreas verdes como zona de recarga y pulmón de la zona urbana, con énfasis en áreas de preservación	El proyecto considera compensar la afectación de las áreas de pastizal halófilo con la instalación de áreas dispuestas para la conservación y protección de áreas aledañas al trazo del proyecto dentro del DDV del Proyecto.
7.- Toda nueva construcción deberá incluir en su diseño lineamientos de acuerdo al entorno natural	El proyecto que se promueve es congruente con la vialidad actual y es acorde al paisaje de urbanización y vialidades que ya dominan en la zona del Proyecto. Asimismo, considera crear, cuidar y proteger áreas dentro del DDV en zona federal para fomentar la conservación de pastizal halófilo.
8.- No se permitirá la construcción en lugares con alta incidencia de peligros naturales como zona de cárcavas, barrancas, suelos con niveles superficiales de mantos freáticos, fracturas, fallas, taludes, suelos arenosos,	La autopista por construir es elevada y a nivel; en ambos casos la preparación del sitio y construcción

Criterio	Vinculación con el Proyecto
zonas de inundación, deslave, socavones, minas, almacenamiento de combustible, líneas de alta tensión o riesgo volcánico, así como infraestructura que represente un riesgo a la población, a menos que cuente con un proyecto técnico que garantice la seguridad de las construcciones	están basadas en las normas de la SCT y estudios de mecánica de suelos y geotecnia.
9.- Los municipios, por conducto del Estado, podrán celebrar convenios con la Federación o con otras entidades, en materia de protección al ambiente, preservación y restauración del equilibrio ecológico	La gestión del proyecto en materia ambiental es de tipo federal y en su caso si aplican otra normatividad adicional a nivel municipal, se realizarán los trámites necesarios al respecto.
10.- Los municipios, por conducto del Estado, podrán convenir con la Comisión Nacional del Agua (CNA) la administración de las barrancas urbanas, con objeto de mantener el espacio verde y zonas de infiltración	En la gestión del Proyecto, no participan los municipios involucrados, por lo que no hay convenios con los mismos, por lo que este criterio no le aplica.
11.- Prohibir todo tipo de obras y actividades en derechos de vía, zonas federales, estatales y dentro o alrededor de zonas arqueológicas cuando no cuente con la aprobación expresa de las dependencias responsables	En la zona de afectación u ocupación del proyecto, no se identificaron registros o evidencias superficiales de zonas arqueológicas; por lo que, no le aplica este criterio. Si durante la ejecución de la preparación del sitio y construcción se identificará algún elemento arqueológico se seguirá el proceso de atención conforme indique el INAH.
12.- Que toda autorización para el desarrollo urbano e infraestructura en el Estado, esté condicionado a que se garantice el suministro de agua potable y las instalaciones para el tratamiento de aguas residuales	El proyecto no es vinculable con el precepto en cuestión.
13.- Aplicación de diseño bioclimático (orientación solar, ventilación natural y uso de materiales de la región) en el desarrollo urbano, particularmente en espacios escolares y edificaciones públicas	El proyecto no es vinculable con el precepto en cuestión.
14.- Definir los sitios para centros de transferencia y/o acopio para el manejo de residuos sólidos domiciliarios	Los residuos que se generen durante las etapas del proyecto serán manejados conforme a los ordenamientos jurídicos en materia de residuos.
15.- Incorporar en los desarrollos habitaciones, mayores de 10 viviendas, sistemas de captación de	El proyecto no es vinculable con el precepto en cuestión.

<b>Criterio</b>	<b>Vinculación con el Proyecto</b>
agua pluvial (de lluvia), mediante pozos de Normatividad	
16.- Se deberán desarrollar sistemas para la separación de aguas residuales y pluviales, así como el manejo, reciclado y tratamiento de residuos sólidos	Los residuos y aguas residuales que se generen durante las etapas del proyecto serán manejados conforme a los ordenamientos jurídicos en materia.
17.- Promover proyectos ecológicos de asentamientos populares productivos, con áreas verdes y espacios comunitarios	El proyecto no es vinculable con el precepto en cuestión.
18.- En los estacionamientos al aire libre de centros comerciales y de cualquier otro servicio o equipamiento, se utilizarán materiales permeables (adocreto, adopasto, adoquín, empedrado, entre otros); se evitará el asfalto, cemento y demás materiales impermeables y se dejarán espacios para áreas verdes, sembrando árboles en el perímetro y cuando menos un árbol por cada cuatro cojones de estacionamiento	El proyecto no es vinculable con el precepto en cuestión.
19.- En estacionamientos techados, en edificios y multifamiliares y estructuras semejantes, se captará y conducirá el agua pluvial hacia pozos de absorción	El proyecto no es vinculable con el precepto en cuestión.
20.- Todo proyecto arquitectónico, tanto comercial como de servicios deberá contar con sistemas de ahorro de agua y energía eléctrica	El proyecto no es vinculable con el precepto en cuestión.
21.- Las vialidades contarán con vegetación arbolada en las zonas de derecho de vía, camellones y banquetas. Las especies deberán ser acordes a los diferentes tipos de vialidades, para evitar cualquier tipo de riesgo, desde pérdida de visibilidad, hasta deterioro en las construcciones y banquetas, incluyendo la caída de ramas o derribo de árboles, con raíces superficiales, por efecto del viento.	El proyecto es congruente con este criterio al considera la creación de áreas verdes donde se fomentará el desarrollo de Pastizal Halófilo en zonas aledañas al proyecto a instalar en zona federal.
22.- En el desarrollo urbano se promoverá el establecimiento de superficies que permitan la filtración del agua de lluvia al subsuelo (en vialidades, estacionamientos, parques, patios, entre otros).	El proyecto considera lo establecido en el presente criterio.

<b>Criterio</b>	<b>Vinculación con el Proyecto</b>
23.- Se promoverá en los derechos de vías férreas, dentro de las zonas urbanas, que se cuente con setos p vegetación similar, que ayude a evitar el tránsito peatonal, mejorar la imagen urbana y preservar el medio ambiente.	El proyecto considera la creación de áreas verdes donde se promoverá el desarrollo de Pastizal Halófilo.
24.- En todo proyecto de construcción se deberá dejar, por lo menos, un 12% de área jardinada	
25.- Evitar el desarrollo urbano en las inmediaciones a los cinco distritos de riego agrícola (033 Estado de México, 044 Jilotepec, 073 La concepción, 088 Chiconautla y 096 Arroyo Zarco), en suelos de alta productividad	El proyecto que se promueve, NO se encuentra en suelos de alta productividad como los señalados en este criterio, por lo que no le aplica al Proyecto.
26.- Desarrollar instrumentos financieros en apoyo a quienes observen las acciones previstas en los criterios del 15 al 20	El proyecto que se promueve no le aplican los criterios del 15-20, por lo que también no le aplica este criterio
27.- Es necesario considerar en el desarrollo de infraestructura, las obras de ingeniería para evitar siniestros en las zonas de inundación	El diseño del Proyecto está basado en estudios de mecánica de suelos y geotecnia, por lo que el Proyecto es congruente con este criterio.
28.- En los casos de asentamientos humanos que se encuentren en el interior de las áreas de alta productividad agrícola, se recomienda el control de su crecimiento y expansión	El proyecto que se promueve, NO se encuentra en suelos de alta productividad como los señalados en este criterio, por lo que no le aplica al Proyecto.

Una vez realizado el análisis de cada criterio ecológico de la UGA Ag 4-30 del POETEM, se puede concluir que hay criterios que no aplican o que no se contraponen con la construcción y operación del proyecto. Asimismo, se vincula y es concordante con aquellos criterios ecológicos referentes a la protección del medio ambiente, protección y conservación de flora y fauna silvestre.

**Tabla III-16. Vinculación del proyecto con los criterios de la UGA AG-1-200 del POETEM.**

<b>Criterio</b>	<b>Vinculación con el Proyecto</b>
109.- En los casos de los asentamientos humanos que se ubiquen en el interior de las áreas de alta productividad agrícola, se recomienda controlar el crecimiento conteniendo su expansión,	El objetivo del proyecto no es la construcción o desarrollo de centros población o vivienda, por lo que este criterio no le aplica.

Criterio	Vinculación con el Proyecto
restringir el desarrollo de zonas de alta productividad agrícola y evitar incompatibilidades en el uso del suelo	
110.- Se promoverá el uso de calentadores solares y el aprovechamiento de leña de uso doméstico, deberá sujetarse a lo establecido en la NOM-012-RECNAT/1996	La norma citada, se refiere a los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de leña para uso doméstico; el Proyecto no se refiere al aprovechamiento de recursos maderables, por lo que no le aplica este criterio al Proyecto.
111.- Se promoverá la instalación de sistemas domésticos para la captación de aguas de lluvia en áreas rurales	El Proyecto que se promueve no considera el aprovechamiento o uso de aguas pluviales, solo considera obras para el encauzamiento de agua de lluvia a zona natural.
112.- Las áreas verdes, vialidades y espacios abiertos deberán sembrarse con especies nativas	El proyecto es congruente con este criterio, al proponer la instalación de áreas verdes donde promover el desarrollo de Pastizal Halófilo.
113.- Se promoverá la rotación de cultivos	El Proyecto que se promueve, no se refiere al cultivo u aprovechamiento de productos agrícolas, por lo que este criterio no le aplica.
114.- No se permite el aumento de la superficie de cultivo sobre terrenos con suelos delgados y/o con pendiente mayor al 15%	El Proyecto que se promueve, no se refiere al cultivo u aprovechamiento de productos agrícolas, por lo que este criterio no le aplica.
115.- Fomentar el cultivo y aprovechamiento de plantas medicinales y de ornato regionales	El Proyecto que se promueve, no se refiere al aprovechamiento de plantas medicinales u de ornato, por lo que este criterio no le aplica.
116.- En suelos con procesos de salinización, se recomienda que se siembren especies tolerantes como la alfalfa, la remolacha forrajera, el maíz San Juan, el maíz lagunero mejorado y la planta Kochia; así como especies para cercar, tamarias y casaurina, entre otros.	El Proyecto es congruente con este criterio al disponer áreas para el desarrollo de Pastizal Halófilo en zona federal donde se ubica el Proyecto en áreas aledañas al mismo.
117.- Se establecerán huertos de cultivos múltiples (frutales, medicinales y/o vegetales) en parcelas con baja productividad agrícola o con pendiente mayor a	El Proyecto que se promueve, no se refiere al cultivo u aprovechamiento de productos agrícolas, por lo que este criterio no le aplica.



<b>Criterio</b>	<b>Vinculación con el Proyecto</b>
118.- En terrenos agrícolas con pendiente mayor al 15%, los cultivos deberán ser mediante terrazas y franjas siguiendo las curvas de nivel para el control de la erosión	El Proyecto que se promueve, no se refiere al cultivo u aprovechamiento de productos agrícolas, por lo que este criterio no le aplica.
119.- Los predios se delimitarán con cercos perimetrales de árboles nativos o con estatus	El Proyecto que se promueve, no se refiere al cultivo u aprovechamiento de productos agrícolas que necesiten barreras de árboles en perímetro de predio, por lo que este criterio no le aplica.
120.- Los predios se delimitarán con cercos vivos de vegetación arbórea (más de 5 metros) y/o arbustiva (menor a 5 metros)	El Proyecto que se promueve, no se refiere al cultivo u aprovechamiento de productos agrícolas que necesiten cercos vivos, por lo que este criterio no le aplica.
121.- Incorporar a los procesos de fertilización del suelo materia orgánica (gallinaza, estiércol y composta) abonos verdes (leguminosas)	El Proyecto que se promueve, no se refiere al manejo de cultivos mejoramiento de suelo, por lo que este criterio no le aplica.
122.- Se evitará la aplicación de productos agroquímicos y se fomentará el uso de productos alternativos	El uso de agroquímicos está prohibido en la preparación del sitio para la remoción de vegetación, por lo que es congruente con este criterio.
123.- Estricto control en la aplicación y manejo de agroquímicos con mínima persistencia en el ambiente	El uso de agroquímicos está prohibido en la preparación del sitio para la remoción de vegetación, por lo que es congruente con este criterio.
124.- Para el almacenamiento, transporte, uso y disposición final de plaguicidas y sus residuos se deberá acatar la norma aplicable	El uso de plaguicidas, solo se permitirá en caso necesario, si se justifica y se realizará conforme a procedimientos aplicables al producto y toxicidad; sobre todo autorizados o listados en la CICLOPLAFEST.
125.- Control biológico de plagas como alternativa	El proyecto no se refiere al manejo o producción agrícola, por lo que no le aplica este criterio.
126.- El manejo de plagas podrá combinar el control biológico y adecuadas prácticas culturales (barbecho, eliminación de maleza, aclareo, entre otros)	El proyecto no se refiere al manejo o control de plagas, por lo que no le aplica este criterio.
127.- El manejo de plagas será por control biológico	El proyecto no se refiere al manejo o control de plagas, por lo que no le aplica este criterio.

<b>Criterio</b>	<b>Vinculación con el Proyecto</b>
128.- Se prohíbe la disposición de residuos provenientes de la actividad agrícola en cauces de ríos, arroyos y otros cuerpos de agua	El Proyecto que se promueve, no se refiere al cultivo u aprovechamiento de productos agrícolas, por lo que este criterio no le aplica.
129.- Se permite la introducción de pastizales mejorados, recomendados para las condiciones particulares del lugar y por el programa de manejo	El Proyecto que se promueve, no se refiere al pastoreo o actividades pecuarias, por lo que este criterio no le aplica.
130.- En las áreas con pastizales naturales o inducidos se emplearán combinaciones de leguminosas y pastos seleccionados	El Proyecto es congruente con este criterio, al proponer la creación de áreas verdes donde se promoverá el desarrollo de vegetación natural de Pastizal Halófilo
131.- Promoción y manejo de pastizales mejorados	El Proyecto que se promueve, no se refiere al pastoreo o actividades pecuarias, que requieran la promoción de pastizales mejorados por lo que este criterio no le aplica.
170.- Los jardines botánicos, viveros y unidades de producción de fauna podrán incorporar actividades de ecoturismo	El Proyecto que se promueve, no se refiere a la creación de UMAS, aprovechamiento o comercialización de productos o servicios de fauna silvestre, por lo que este criterio no le aplica.
171.- Promover la instalación de viveros municipales de especies regionales de importancia	El Proyecto que se promueve no se refiere a la producción de plantas o construcción de viveros, por lo que este criterio no le aplica.
172.- Se podrán establecer viveros o invernaderos para producción de plantas para fines comerciales, a los cuales se les requerirá una evaluación en materia de impacto ambiental	El Proyecto que se promueve no se refiere a la producción de plantas o construcción de viveros, por lo que este criterio no le aplica.
173.- Se deberá crear viveros en los que se propaguen las especies sujetas al aprovechamiento forestal y las propias de la región	El Proyecto que se promueve no se refiere a la producción de plantas o construcción de viveros, por lo que este criterio no le aplica.
187.- En desarrollos turísticos, la construcción de caminos deberá realizarse utilizando al menos el 50% de materiales que permitan la infiltración del agua pluvial al subsuelo, asimismo, los caminos deberán ser estables, consolidados y con drenes adecuados a la dinámica hidráulica natural	El Proyecto que se promueve no se refiere a la construcción o desarrollo de centros turísticos o servicios relacionados, por lo que este criterio no le aplica.

<b>Criterio</b>	<b>Vinculación con el Proyecto</b>
189.- Se permite industrias relacionadas con el procesamiento de productos agropecuarios	El Proyecto que se promueve, no se refiere al cultivo u aprovechamiento de productos agrícolas o pecuarios, por lo que este criterio no le aplica.
190.- Estas industrias deberán estar rodeadas por barreras de vegetación nativa	El Proyecto que se promueve, no se refiere a la instalación de industrias agropecuarias, por lo que este criterio no le aplica.
196.- Desarrollo de sistemas de captación de agua de lluvia en el sitio	El objetivo del Proyecto no es la captación de agua de lluvia o su aprovechamiento, por lo que este criterio no le aplica.

Una vez realizado el análisis de cada criterio ecológico de la UGA Ag 1-200 del POETEM, se puede concluir que hay criterios que no aplican o que no se contraponen con la construcción y operación del proyecto. Asimismo, se vincula y es concordante con aquellos criterios ecológicos referentes a la protección del medio ambiente, protección y conservación de flora y fauna silvestre.

### III.15 Plan Verde de la Ciudad de México

Publicado en el Programa General de Desarrollo 2007-2012.

El plan verde de la Ciudad de México establece la ruta del Gobierno hacia un desarrollo sustentable. Se da prioridad a Suelo de conservación, Habitabilidad y espacio público, Agua, Movilidad, Aire, Residuos sólidos y Cambio climático y energía. En la siguiente tabla se vincula este con el proyecto.

**Tabla III-17. Vinculación del proyecto con el plan verde de la Ciudad de México.**

<b>Criterio</b>	<b>Vinculación</b>
Movilidad es un problema que los habitantes de la Ciudad de México enfrentan día a día, algunos de los factores son el crecimiento de la mancha urbana y el crecimiento del parque vehicular y trae como consecuencia la saturación de vialidades en horas pico al mismo tiempo esto se traduce en afectaciones al medio ambiente.	Entre las estrategias que el Plan Verde apoya es “la agilización de la movilidad vial”, al mismo tiempo con la construcción del proyecto se busca una vialidad más agilizada en donde el transporte colectivo o particular sea menos contaminante.
La calidad del Aire se debe principalmente a el incremento del parque vehicular y la falta de empleo y servicios cercanos a las viviendas provoca	El proyecto se vincula porque busca reducir emisiones a partir de que los vehículos mantengan velocidades constantes.

criterio	Vinculación
que tengan que recorrer grandes distancias saturando las vialidades y los tiempos de traslados aumenten	

### III.16 Planes o programas de desarrollo urbano municipales (PDU)

#### III.16.1 Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Iztacalco

Publicado en la Gaceta Oficial de la Ciudad de México el 26 de septiembre del 2008 (PDDU)

A continuación, se vincula el proyecto con el Programa delegacional de Iztacalco (siguiente Tabla).

**Tabla III-18. Vinculación del proyecto con el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Iztacalco.**

Programa	Vinculación
Mejorar la conectividad entre los diferentes sectores de la Delegación. Reducir el impacto de las diferentes formas de contaminación (emisiones al aire, desechos sólidos y ruido)	Dentro de los objetivos del proyecto engloba el mejoramiento de la red vial y así reducir las emisiones de contaminación.

#### III.16.2 Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Iztapalapa

Publicado en la Gaceta Oficial de la Ciudad de México el 2 de octubre del 2008 (PDDU)

En la siguiente tabla se vincula y se destaca lo que se pretende lograr en Iztapalapa.

**Tabla III-19. Vinculación del proyecto con el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Iztapalapa.**

Programa	Vinculación
Mejorar la calidad de vida de la población mediante la planeación del desarrollo urbano sustentable, el ordenamiento territorial, el impulso al desarrollo económico y la disminución de las desigualdades sociales.	Uno de los objetivos del proyecto corresponde al mejoramiento de la calidad de vida de la población esto engloba aspectos socioeconómicos y ambientales mismo que los objetivos del proyecto y del PDDU se vinculan porque atienden las mismas necesidades de la población.
Apoyar, promover e impulsar todas aquellas acciones que mejoren las condiciones viales y del transporte (Corredor Estratégico de Transporte), como una medida que coadyuve a combatir la contaminación ambiental, principalmente la producida por fuentes móviles.	El PDDU impulsa acciones que mejoren los problemas viales y de transporte por lo que el proyecto pretende mejorar los desplazamientos y el tiempo de traslados, mismos que ayudaran a mejorar la contaminación ambiental promoviendo la calidad de vida de la población.

Programa	Vinculación
Optimizar el uso de la red vial a través del ordenamiento de flujos de tránsito y de diseño así, como la habilitación de corredores Viales y de transporte público, con el objeto de atender eficientemente las demandas de origen y destino de la población.	El proyecto también atiende demandas y necesidades de la población, mismas que son el objetivo de los desplazamientos que se realizan diariamente, por lo que se debe garantizar vialidades y viajes dignos para la población que los utiliza.

### III.16.3 Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Venustiano Carranza

Publicado en la Gaceta Oficial de la Ciudad de México el 26 de enero del 2005 (PDDU).

En la siguiente tabla se vincula y se destaca lo que se pretende lograr en la alcaldía Venustiano Carranza.

**Tabla III-20. Vinculación del proyecto con el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Venustiano Carranza**

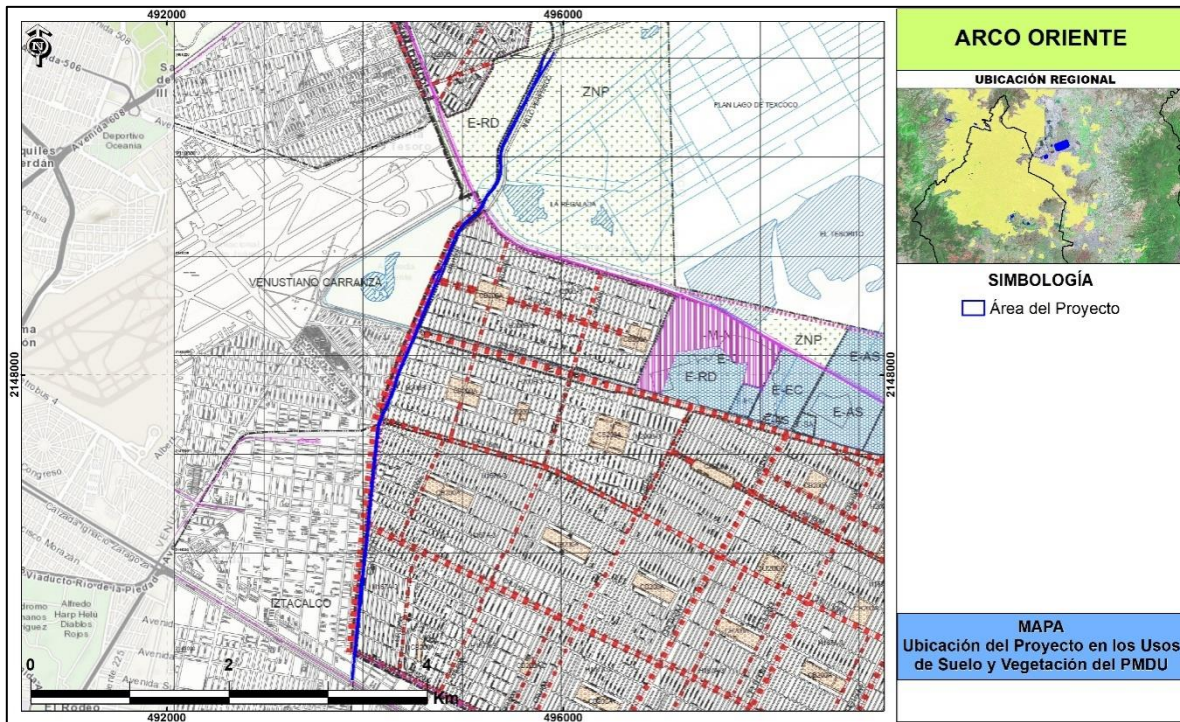
Programa	Vinculación
Ampliar y dar mantenimiento a la estructura vial, que asegure una comunicación eficiente en el ámbito local y regional.	El proyecto pretende dar continuidad a todas las vías principales de modo que se estructure un mapa de vialidades que sean eficientes para la población.

### III.16.4 Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Nezahualcóyotl

El Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Nezahualcóyotl se constituye como el instrumento técnico jurídico que en materia de planeación urbana que determinará los lineamientos aplicables al ámbito municipal y promoverá la coordinación de esfuerzos federales, estatales y municipales que garanticen un desarrollo sustentable y armónico con el medio urbano, social y natural.

La elaboración de este Plan Municipal de Desarrollo Urbano forma parte de un esfuerzo integral desarrollado por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda del Estado de México y del H. Ayuntamiento de Nezahualcóyotl, que de manera conjunta buscan garantizar la existencia de mecanismos de planeación actualizados en la entidad, acordes a la dinámica económica y poblacional.

Con respecto al PMDU de Nezahualcóyotl, el trazo del Proyecto se encuentra en Corredor Urbano 150 Regional y en usos de suelo identificados como Zona Natural Protegida (ZNP) (siguiente Figura).



**Figura III-3 Ubicación del Proyecto en los usos de suelo del PMDU de Nezahualcóyotl.**

De acuerdo con el PMDU de Nezahualcóyotl, el proyecto se encuentra en uso de suelo identificados como CRU150 R y ZNP, la descripción de estos usos se presenta a continuación y la forma de cómo se vincula con el Proyecto (siguiente Tabla).

**Tabla III-21. Vinculación del Proyecto con los usos de suelo del PMDU de Nezahualcóyotl.**

Uso de Suelo	Vinculación del Proyecto
<p><b>Corredor Urbano Regional (CRU150 R).</b>- A través de estos elementos <u>se busca aprovechar las características físicas y funcionales de las vialidades primarias o troncales, soportarán el comercio y los servicios especializados, equipamientos o instalaciones significativas. En estos corredores, se permitirá la combinación de vivienda con equipamiento, comercio y servicios de cobertura regional; la utilización y ocupación del suelo será intensiva. Se permite la construcción de 1 viv./150 m<sup>2</sup> de la superficie total del predio, el lote mínimo en subdivisión será de 90 m<sup>2</sup>, y un frente mínimo de 8 m. las construcciones deberán tener una altura máxima, a partir del nivel de la banqueta, de hasta 5 niveles o 15 metros sin incluir tinacos, el área máxima de desplante será de 80%; dejando como mínimo</u></p>	<p>La construcción del Proyecto no está especificada, así como tampoco está prohibida la construcción de vialidades como la que se promueve. En la descripción de este uso de suelo el objetivo es de aprovechar las características físicas y funcionales de las vialidades primarias o troncales, con lo que, sí es congruente con el Proyecto que se promueve.</p>

Uso de Suelo	Vinculación del Proyecto
<p>el 20% del lote son construcción y la intensidad permitida será de 4.0 veces la superficie total del predio.</p>	
<p><b>Zona Natural Protegida (ZNP).</b>- Este uso corresponde a la zona federal, en esta área el uso habitacional queda estrictamente prohibido y únicamente se permitirá la instalación de equipamientos para la recreación, la cultura y el deporte, así como centros de espectáculos, parques y jardines, zonas de prácticas y algunas instalaciones para la educación militar y para la <u>instalación de infraestructura</u>. La definición de este polígono corresponde a la SEMARNAT.</p>	<p>De las actividades y obras que están prohibidas en este uso de suelo, no especifica vialidades; sin embargo, si está permitido la instalación de infraestructura, que síes congruentes con la obra que se promueve.</p>

### III.17 Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas

El SAR y el proyecto se encuentra próximos o tocantes a:

- Área de Importancia de Conservación de Aves – Lago de Texcoco,
- Región Hidrológica Prioritaria – Remanentes del complejo lacustre de la Cuenca de México,
- Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad - Prioridad Media,
- Sitio Prioritarios Acuáticos Epicontinentales para la Conservación de la Biodiversidad - Prioridad Alta y Extrema, y
- NO se encuentra cercano a ninguna área natural protegida, local, estatal o federal.

Para más detalles referirse al Capítulo IV, en el apartado *Áreas de importancia para la conservación biológicas* que forma parte de la sección *IV.3.1.2.2 Fauna*.



Sistema de Autopistas, Aeropuertos, Servicios  
Conexos y Auxiliares del Estado de México

# Capítulo IV

---

DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
DEL SECTOR VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN  
MODALIDAD REGIONAL

PARA EL PROYECTO

“INFRAESTRUCTURA VIAL PARA INTERCONECTAR LA CALZADA  
IGNACIO ZARAGOZA Y LA AUTOPISTA PEÑÓN-TEXCOCO SOBRE  
EL PERIFÉRICO ORIENTE”



## ÍNDICE

CAPÍTULO IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto.....	IV-9
Inventario ambiental.....	IV-9
IV.1 Delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) .....	IV-9
IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental.....	IV-15
IV.2.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR .....	IV-15
IV.3. Diagnóstico del Predio y Área de Influencia .....	IV-82
IV.3.1. Caracterización del área del proyecto .....	IV-82

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla IV-1. Caracterización de las alcaldías y municipios por los que se extiende el Proyecto. ...	IV-17
Tabla IV-2. Parámetros mecánicos de la costra superficial.....	IV-31
Tabla IV-3. Parámetros mecánicos de las arcillas de alta plasticidad. ....	IV-32
Tabla IV-4. Parámetros mecánicos de la capa limos arenosos. ....	IV-32
Tabla IV-5. Parámetros mecánicos de la formación arcillosa inferior. ....	IV-32
Tabla IV-6. Nivel de contaminación según los contaminantes presentes en los cuerpos de agua...IV-39	
Tabla IV-7. Balance de agua subterránea de los acuíferos donde se ubica el SAR. ....	IV-42
Tabla IV-8. Precipitación máxima en 24 horas en el periodo 1941-1997 en las alcaldías de la Ciudad de México y en los municipios del Estado de México. ....	IV-60
Tabla IV-9. Superficie ocupada por las coberturas de vegetación y de usos de suelo de la Serie VI del INEGI en el SAR.....	IV-66
Tabla IV-10. Lista de especies potenciales de flora del pastizal halófilo y su probable inclusión en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o en la Lista Roja de la UICN.....	IV-68
Tabla IV-11. Lista de especies potenciales de flora de vegetación a las orillas de canales y zanjas y su probable inclusión en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o en la Lista Roja de la UICN. ....	IV-69

Tabla IV-12. Lista de especies potenciales de flora introducida y ruderales y su probable inclusión en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o en la Lista Roja de la UICN. .... IV-71

Tabla IV-13. Lista de especies potenciales de flora de comunidades acuáticas y su probable inclusión en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o en la Lista Roja de la UICN. .... IV-72

Tabla IV-14. Superficies de los usos urbanos en el sistema ambiental Regional. .... IV-74

Tabla IV-15. Superficie de las coberturas/ usos de suelo en el Sistema Ambiental Regional. .... IV-75

Tabla IV-16. Nivel de contaminación según los contaminantes presentes en el sitio Entrad del lago de Texcoco. .... IV-84

Tabla IV-17. Distribución de usos de suelo y vegetación en el SAR. .... IV-87

Tabla IV-18. Usos de suelo vegetación en el área del Proyecto. .... IV-88

Tabla IV-19. Coordenadas de ubicación de sitios de muestreo de pastizal inducido en el SAR. .. IV-91

Tabla IV-20. Cálculo del Índice de Simpson del estrato herbáceo del pastizal halófilo del SAR. .. IV-93

Tabla IV-21. Cálculo del Índice de Shannon de estrato herbáceo del pastizal halófilo del SAR. .. IV-94

Tabla IV-22. Cálculo del Índice de Valor de Importancia del estrato herbáceo del pastizal halófilo del SAR. .... IV-94

Tabla IV-23. Cálculo del Índice de Simpson del estrato herbáceo del pastizal halófilo del área del Proyecto. .... IV-95

Tabla IV-24. Cálculo del Índice de Shannon del estrato herbáceo del Pastizal Inducido del área del Proyecto. .... IV-96

Tabla IV-25. Índice de Valor de Importancia del estrato herbáceo del pastizal halófilo del Sitio del Proyecto. .... IV-97

Tabla IV-26. Listado de las especies registradas en el área del proyecto vs. SAR y su categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en la Lista Roja de la UICN. .... IV-97

Tabla IV-27. Listado de especies potenciales (nombre científico y común) de vertebrados terrestres presentes en el SAR y su categoría de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. IV-99

Tabla IV-28. Riqueza y abundancia utilizada para establecer los índices de Diversidad y Similitud. IV-108

Tabla IV-29. Criterios globales de Birdlife International. .... IV-122

Tabla IV-30. Poblaciones de especies desencadenantes de IBA. .... IV-123

Tabla IV-31. Áreas naturales protegidas de régimen federal más cercanas al Sistema Ambiental Regional.....IV-138

Tabla IV-32. Áreas naturales protegidas de régimen estatal y municipal más cercanas al Sistema Ambiental Regional. ....IV-139

Tabla IV-33. Áreas destinadas Voluntariamente a la Conservación más cercanas al Sistema Ambiental Regional. ....IV-141

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura IV-1. Delimitación de la unidad definida por el Marco Geoestadístico Nacional, y la unidad homogénea biofísica (método morfopedológico). ....IV-14

Figura IV-2. Ubicación geoestadística del proyecto y del SAR. ....IV-18

Figura IV-3. Provincia fisiográfica donde se ubica el SAR.....IV-20

Figura IV-4. Subprovincia fisiográfica donde se ubica el SAR.....IV-21

Figura IV-5. Sistemas de topoformas donde se ubica el SAR.....IV-24

Figura IV-6. Geología donde se ubica el SAR.....IV-25

Figura IV-7. Fallas y fracturas presentes en el SAR. ....IV-27

Figura IV-8. Tipos de suelos presentes en el SAR.....IV-28

Figura IV-9. Zonificación Geotécnica de la Zona Metropolitana.....IV-30

Figura IV-10. Perfil estratigráfico. ....IV-31

Figura IV-11. Perfil estratigráfico. NAF 3.00 m.....IV-34

Figura IV-12. Perfil estratigráfico. NAF 3.00 m.....IV-35

Figura IV-13. Hidrografía donde se encuentra el SAR. ....IV-38

Figura IV-14. Cuerpos de agua e indicadores de calidad del agua superficial. ....IV-40

Figura IV-15. Acuíferos donde se ubica el SAR.....IV-41

Figura IV-16. Rasgos del agua subterránea donde se ubica el SAR.....IV-43

Figura IV-17. Unidades climáticas donde se ubica el SAR. ....IV-45

Figura IV-18. Climogramas históricos de las estaciones meteorológicas presentes en el SAR.....IV-46

Figura IV-19. Zonas sísmicas de la República Mexicana.....IV-47

Figura IV-20. Zonas sísmicas de la Ciudad de México. ....IV-49

Figura IV-21. Estadísticas de los sismos reportados por el Servicio Sismológico Nacional.....IV-50

Figura IV-22. Efectos ocasionados por los sismos de 1985 y 2017 en la zona de la Ciudad de México. .....	IV-51
Figura IV-23. Espectro de respuesta sísmica de sitio. ....	IV-52
Figura IV-24. Fenómenos geológicos en el área del SAR. ....	IV-55
Figura IV-25. Zonificación de la caída de material volcánico proveniente del volcán Popocatepetl. .....	IV-56
Figura IV-26. Susceptibilidad por inestabilidad de laderas en el SAR. ....	IV-57
Figura IV-27. Riesgo por ciclones tropicales en el área donde se localiza el SAR. ....	IV-59
Figura IV-28. Inundaciones históricas y encharcamientos de los años 2016, 2017, 2018 y 2020 en la Ciudad de México. ....	IV-63
Figura IV-29. Índice de peligro por inundación donde se ubica el SAR. ....	IV-64
Figura IV-30. Índice de vulnerabilidad de inundación donde se ubica el SAR. ....	IV-65
Figura IV-31. Uso de suelo y vegetación del área donde se localiza el SAR. ....	IV-67
Figura IV-32. Usos de suelo y coberturas de vegetación del año 2000 en el SAR. ....	IV-76
Figura IV-33. Usos de suelo y coberturas de vegetación del año 2010 en el SAR. ....	IV-77
Figura IV-34. Usos de suelo y coberturas de vegetación del año 2021 en el SAR. ....	IV-78
Figura IV-35. Superficie de uso urbano. ....	IV-79
Figura IV-36. Superficie de pastizal halófilo. ....	IV-80
Figura IV-37. Superficie de cuerpos de agua+área inundable. ....	IV-80
Figura IV-38. Tipos de humedales que se distribuyen en el SAR. ....	IV-81
Figura IV-39. Climogramas de las estaciones meteorológicas más cercanas al área del proyecto. .IV- 86	
Figura IV-40. Coberturas de vegetación y usos de suelo del SAR. ....	IV-87
Figura IV-41. Uso de suelo y vegetación en el área del proyecto. ....	IV-88
Figura IV-42. Vista general del pastizal inducido en el sitio del proyecto. ....	IV-89
Figura IV-43. Vista general de la infraestructura y construcciones actuales. ....	IV-90
Figura IV-44. Vista general de Áreas sin Vegetación. ....	IV-90
Figura IV-45. Ubicación de los sitios de muestreo de flora en el SAR. ....	IV-91
Figura IV-46. Vista general de las masas de vegetación arbórea. ....	IV-92
Figura IV-47. Vista general de vegetación de pastizal halófilo en el km 6+500. ....	IV-92

Figura IV-48. Composición de la presencia de especies potenciales de vertebrados.....	IV-98
Figura IV-49. Número de especies potenciales por grupo de vertebrados y número de especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010. ....	IV-99
Figura IV-50. Perico monje argentino ( <i>Myiopsitta monachus</i> ) especie exótica y una de las especies más abundantes durante el muestreo, dentro y fuera del trazo.....	IV-112
Figura IV-51. Cerceta canela ( <i>Spatula cyanoptera</i> ), especie migratoria, volando sobre el trazo del proyecto. ....	IV-112
Figura IV-52. Chipe rabadilla amarilla ( <i>Setophaga coronata</i> ), especie migratoria registrada fuera del trazo del proyecto. ....	IV-113
Figura IV-53. Carpintero moteado ( <i>Sphyrapicus varius</i> ), especie registrada fuera del trazo del proyecto. ....	IV-113
Figura IV-54. Gallineta frente roja ( <i>Gallinula galeata</i> ), especie registrada fuera del trazo del proyecto. ....	IV-114
Figura IV-55. Pato real doméstico ( <i>Cairina moschata</i> var. <i>domestica</i> ), especie registrada fuera del trazo del proyecto. ....	IV-114
Figura IV-56. Papamoscas cardenalito ( <i>Pyrocephalus rubinus</i> ) especie registrada fuera del trazo del proyecto. ....	IV-115
Figura IV-57. Pato cucharon norteño ( <i>Spatula clypeata</i> ) especie registrada fuera del trazo del proyecto. ....	IV-115
Figura IV-58. Tórtola cola larga ( <i>Columbina inca</i> ), especie registrada dentro y fuera del trazo del proyecto. ....	IV-116
Figura IV-59. Cernícalo americano ( <i>Falco sparverius</i> ), especie migratoria, perchada sobre el trazo del proyecto. ....	IV-116
Figura IV-60. Ardilla vientre rojo ( <i>Sciurus aureogaster</i> ), la única especie de mamífero silvestre registrado del muestreo.....	IV-117
Figura IV-61. Pato cucharon norteño ( <i>Spatula clypeata</i> ) especie registrada fuera del trazo del proyecto. ....	IV-117
Figura IV-62. Pato mexicano ( <i>Anas diazi</i> ), especie registrada fuera del trazo del proyecto.....	IV-118
Figura IV-63. Garza blanca ( <i>Ardea alba</i> ), especie registrada dentro y fuera del trazo del proyecto. ....	IV-118

Figura IV-64. Zanate mayor (*Quiscalus mexicanus*), especie registrada dentro y fuera del trazo del proyecto. ....IV-119

Figura IV-65. Perlita azulgris (*Polioptila caerulea*), especie registrada fuera del trazo del proyecto. ....IV-119

Figura IV-66. Pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus*), especie registrada dentro y fuera del trazo del proyecto. ....IV-120

Figura IV-67. Hembra de Jilguerito dominico (*Spinus psaltria*), especie registrada dentro y fuera del trazo del proyecto. ....IV-120

Figura IV-68. Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA) cercanas a la Ciudad de México y su zona metropolitana. ....IV-121

Figura IV-69. Sitios Ramsar más cercano a la Ciudad de México y su zona metropolitana. ....IV-126

Figura IV-70. Regiones Hidrológicas Prioritarias cercanas a la Ciudad de México y su zona metropolitana. ....IV-130

Figura IV-71. Regiones Terrestres Prioritarias cercanas a la Ciudad de México y su zona metropolitana. ....IV-131

Figura IV-72. Sitios prioritarios terrestres cercanos a la Ciudad de México y su zona metropolitana. ....IV-134

Figura IV-73. Sitios prioritarios acuáticos epicontinentales para la conservación de la biodiversidad en la Ciudad de México y su zona metropolitana. ....IV-136

Figura IV-74. Áreas naturales protegidas de régimen federal más cercanas al SAR. ....IV-138

Figura IV-75. Áreas Naturales protegidas de régimen estatal, municipal, ejidal más cercanas al SAR. ....IV-140

Figura IV-76. Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación más cercanas al SAR. ....IV-141

Figura IV-77. Pirámide poblacional por sexo. ....IV-143

Figura IV-78. Defunciones por alcaldía y municipios. ....IV-143

Figura IV-79. Población económicamente activa del 2010 y 2020. ....IV-144

Figura IV-80. Principales actividades económicas por alcaldía y municipio del 2020. ....IV-145

Figura IV-81. Parque vehicular del 2020. ....IV-147

Figura IV-82. Rutas de transporte público. ....IV-149

Figura IV-83. Condición de disponibilidad de vehículo por área geográfica. ....IV-150

Figura IV-84. Porcentaje de viajes realizados entre semana por tipo y modo de transporte. ...IV-150

Figura IV-85. Número de viajes por horario.....IV-151

Figura IV-86. Viajes realizados por población residente y rango de duración.....IV-152

Figura IV-87. Vialidades principales de la Ciudad de México y Estado de México por límite de velocidad. ....IV-153

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

### Inventario ambiental

El objetivo de este capítulo es caracterizar el Sistema Ambiental Regional (SAR) y señalar la problemática ambiental detectada. Para cumplir con el objetivo establecido, es necesaria una delimitación, descripción y caracterización del Sistema Ambiental Regional, para realizar un diagnóstico de las condiciones ambientales que imperan en dicha área, así como identificar las condiciones actuales de conservación o deterioro de los recursos naturales, considerando las tendencias de desarrollo en la zona. En este sentido, se requiere analizar además de los elementos bióticos y abióticos, las actividades socioeconómicas que se desarrollan en el área, las cuales se consideran como factor determinante en el estado de los recursos naturales.

En el Capítulo V, apartado *V.3.3.2.4 Delimitación del Área de influencia* se presenta el Área de Influencia con base en los impactos identificados sobrepuestos al área del proyecto y el sistema ambiental regional con el fin de hacer notar el ámbito de influencia.

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

Con el fin de delimitar el Sistema Ambiental se procedió inicialmente a la obtención y análisis de la información ambiental del área donde pretenden llevarse a cabo las obras del proyecto, considerando principalmente los elementos bióticos y abióticos presentes en el área que presentaran características homogéneas y que pudieran tener relación con el proyecto.

En las últimas décadas se ha investigado la relación entre las actividades humanas en un ambiente geográfico y sus impactos en una esfera ambiental (Safari, 1989; Warnken y Buckley, 1998; Buttler, 2000). De esta manera diversos investigadores han señalado la compleja red de interacciones dinámicas que surgen de dicha relación, por lo que los impactos y los cambios en los aspectos ambientales son factores que tienen que ser investigados como los principales elementos que son desencadenados (Pigram, 1980; Pigram y Jenkins, 1999).



El Sistema Ambiental Regional, entendiéndose como el área del paisaje en donde los impactos ambientales provocados por el proyecto, debe ser delimitado por factores socioambientales. Es por esto, y a partir unidades morfo-pedológicas quedan representados los impactos ambientales, y los cuales logran incluir tantos los elementos físicos y biológicos, más significativos (Wondzell *et al.* 1996; Chen *et al.*, 1997; Bocco *et al.*, 2005; Stallins, 2006). El análisis morfo-pedológico, es un método de interpretación de imágenes de la superficie terrestre basado en la relación fisiografía-suelo. Con este tipo de análisis y con un buen diseño de muestreo, los factores ambientales más significativos son incluidos (Warnken y Buckley, 1998) al igual que sus impactos, incluyendo los directos como los indirectos que sufre la flora (donde normalmente su impacto es a nivel local) y la fauna (Neto, 2003).

Para la generación del Sistema Ambiental Regional (SAR) fue necesario realizar una regionalización ambiental por medio del cruce de mapas biofísicos empleando la mejor escala disponible (1:250,000 y 1:50,000) y cartografía de límites administrativos; ya que, el proyecto se encuentra en una zona urbanizada. De la sobreposición de planos resultaron diferentes unidades ambientales donde los atributos empleados para su generación fueron los siguientes:

- Fisiografía (subprovincia fisiográfica y sistema de topoformas).
- Clima (unidades climáticas).
- Geología (unidades litológicas).
- Edafología (unidades edafológicas).
- División política (Límites de alcaldías y municipios).

La selección de estas capas fue siguiendo las definiciones reportadas por Lugo (1989) y el INEGI (2013) arrojando el siguiente orden lógico de generación e integración de la información para la delimitación de la unidad ambiental:

Subprovincias fisiográficas, forman parte de unidades complejas más extensas denominadas Provincias fisiográficas, las cuales se delimitan por una gran variedad de formas del relieve, definidas por su origen geológico y litológico. Dada la extensión de las provincias fisiográficas en la Cuenca de México se utilizaron las subprovincias fisiográficas, cuyos límites se basan en la geomorfología (forma y composición geológica) y el clima, principalmente. Se empleó el sistema fisiográfico del INEGI a Nivel I, correspondiente a subprovincias fisiográficas, escala 1:1,000,000 en formato digital.

La Cuenca de México se ubica en la Subprovincia Lagos y Volcanes del Anáhuac. Esta cuenca está rodeada por sierras, constituyendo como una cuenca endorreica, cuyos ríos y arroyos escurren en una llanura lacustre a una altitud promedio de 2,240 msnm. Dada las características fisiográficas, el clima de la Cuenca de México es semifrío en las partes altas de las sierras, templado húmedo en las partes intermedias y bajas y seco estepario en la parte central del valle.

Bajo este contexto, se incluyó la cartografía de las unidades climáticas como una unidad que tiene el potencial de influir directamente sobre el desarrollo de los elementos biológicos, y, por tanto, en su distinción ambiental entre ecosistemas, diversidad de especies, y distribución de plantas y animales. La información climática utilizada corresponde a grandes unidades que se generan a partir de los registros a largo plazo (por lo menos 30 años), en las estaciones meteorológicas, de la precipitación y temperatura de una región. Para este análisis se empleó la cartografía del INEGI escala 1:1,000,000.

Con la integración de subprovincia fisiográfica denominada Lagos y Volcanes del Anáhuac con la unidad climática Semiseco templado se originó una unidad de menor extensión que la primera, pero aun con una extensión que supera los márgenes de área de influencia del proyecto, misma que por medio de la subsecuente integración de elementos biofísicos se realizará la delimitación de una subunidad ambiental con las mismas características ambientales, que guarden cierta homogeneidad en sus condiciones biológicas, y por tanto de su diversidad.

Se integró la cartografía de las subcuencas hidrográficas que se derivan de la construcción de las cuencas hidrológicas (regiones delimitadas por divisorias topográficas desde las cuales escurren aguas superficiales, incluyendo puntos de drenaje, líneas de flujo y unidades de captación de las escorrentías). Dada la gran extensión de la Cuenca de México, se utilizó las subcuencas que corresponden a subdivisiones de las cuencas. Se empleó la cartografía del INEGI escala 1:50,000 en formato digital. Esta capa de información nutre a las anteriores en el sentido que ofrece información sobre la hidrología de la región, principalmente del tipo superficial. Aunque, estas unidades han sido adoptadas por organismos gubernamentales para la toma de decisiones en materia de agua y del desarrollo socioeconómico. Sin embargo, por sí solas fallan en integrar o delimitar el componente biológico, ya que cubren grandes extensiones de tierra y cuyas condiciones biológicas en muchos de

los casos resultan ser muy diversos, y no homogéneos. Se utilizó la Subcuenca de Lagos de Texcoco y Zumpango.

Se incluyeron las Topoformas, el cual es un sistema de formaciones topográficas y que corresponde a unidades fisiográficas definidas básicamente por la Geomorfología o la forma del relieve, donde cada topoforma es definida por un relieve homogéneo con base en un mismo patrón geomorfológico (relieve, evolución y génesis propia). Para esta unidad se utilizó la cartografía del INEGI escala 1:1,000,000 en formato digital.

Se integró el sistema de topoformas debido a que son formaciones territoriales geoméricamente reducibles a un número pequeño de elementos topográficos que constituyen la interacción de los agentes formadores de relieve y son elementos básicos en el sistema fisiográfico (Duch, 1991), y, por ende, estas unidades están bajo las mismas presiones biofísicas. La Cuenca de México está rodeada por cadenas montañosas como la Sierra Nevada al este, la Sierra de las Cruces al oeste y la Sierra del Chichinautzin al sur, denominados como Sierras Volcánicas con estratovolcanes, así como por lomeríos de tobas y basaltos. Estas formaciones rodean a la topoforma denominada Vaso lacustre, el cual se presenta con lomeríos, con piso rocoso, inundables y salinos. En la unidad ambiental resultante dominan las topoformas Vaso lacustre salino y Vaso lacustre inundable y salino. Estas topoformas presentan un relieve plano con acumulación de agua de forma temporal y somera (Días 2006), que al evaporarse el agua las sales y minerales permanecen en el lecho lacustre, característica de las cuencas endorreicas (Cotler y Garrido *et al.*, 2007).

Debido a que la unidad ambiental resultante del cruce de la información fisiográfica, climática e hidrográfica es muy grande se incluyó la cartografía de Geología, la cual comprende las unidades definidas por la composición litológica, la estructura e historia de la corteza terrestre y sus capas más profundas. Para este estudio se empleó la cartografía del INEGI escala 1:250,000 en formato digital. Con base en Mooser (1975), se puede indicar que la Cuenca de México se encuentra asentada sobre una planicie aluvial que abarcaba un sistema de lagos antiguos, compuesto de sedimentos lacustres. La Cuenca de México es resultado de una actividad volcánica y tectónica que inició en el Mioceno, donde el material volcánico formó estructuras en la parte oriente y poniente y desviando los ríos. En el Plioceno surge la Sierra de las Cruces y la Sierra del Chichinautzin. El cierre

de la cuenca en la zona sur por la Sierra del Chichinautzin ocasionaría la formación de pequeños cuerpos de agua y después grandes lagos, los cuales se formaron sobre depresiones que permanecían inundadas en la temporada de lluvias, mientras que en temporada seca se evaporaba el agua dando origen a los sedimentos lacustres.

Finalmente, con la integración de la edafología que corresponde a las unidades definidas por el producto de la transformación de la roca madre por la acción combinada del clima, vegetación y relieve, se incluyen todos los elementos biofísicos que tienen el potencial de hacer la delimitación de las unidades ambientales que se encuentran regidas por los mismos conductores ambientales que promueven el desarrollo y establecimiento de ciertas comunidades ambientales, y limitan la colonización de otras. Para esta capa se empleó la cartografía del INEGI escala 1:250,000 en formato digital.

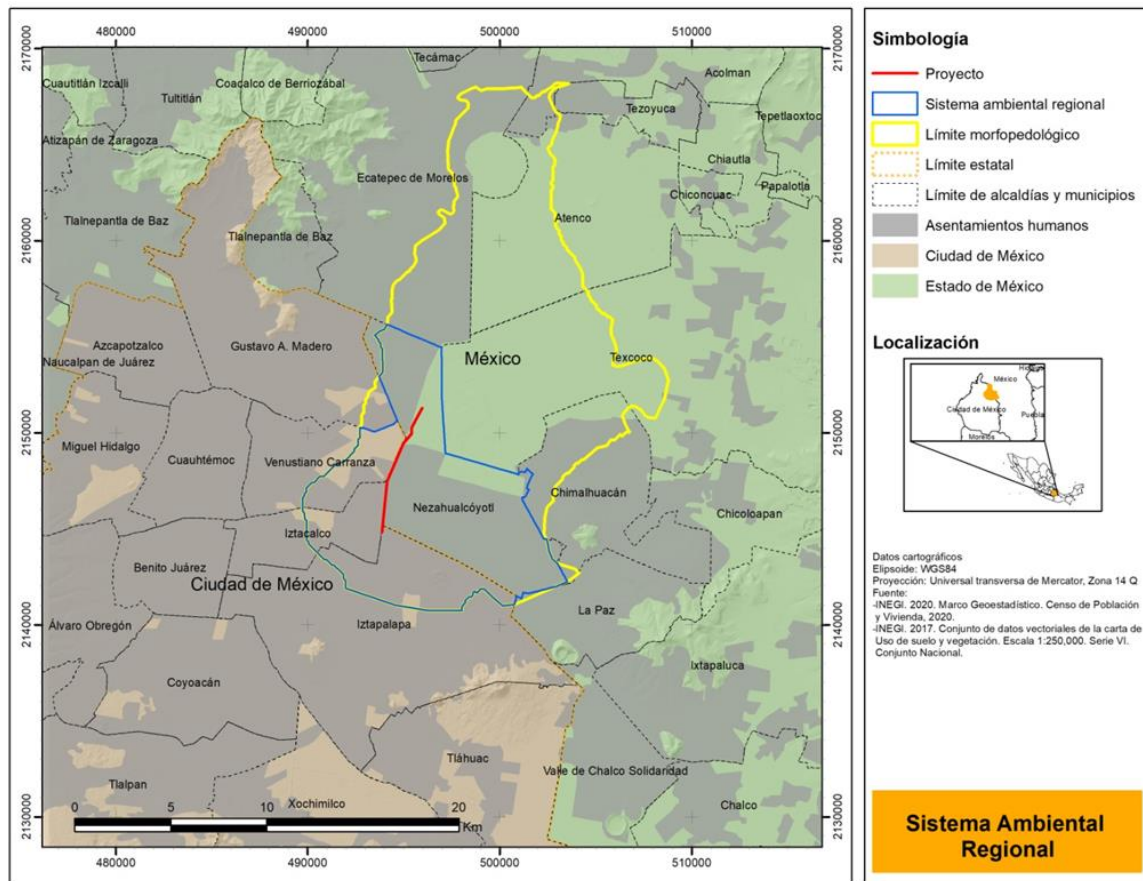
El suelo es visto como un cuerpo natural continuo gobernado por constituyentes minerales y orgánicos que están en constante evolución (IUSS Grupo de Trabajo WRB, 2007). El sistema ambiental está definido por suelo cubierto por una zona urbana y por suelos tipo solonchak en el área del Ex-Lago de Texcoco.

Ahora bien, a partir de la delimitación de la unidad ambiental por el método morfopedológico, esta se considera homogénea en un sentido biofísico, en donde sus elementos biológicos naturales están sometidos a los mismos conductores de presión ambientales, y, por tanto, de los detonadores de la diversidad biológica que en ella se guardan. El SAR presenta un clima semiseco templado con verano cálido. Cuenta con una continuidad fisiográfica de vaso lacustre salino e inundable. La mayor parte del SAR está cubierta por uso urbano y por suelo solonchak. En áreas planas donde se acumula el salitre y son suelos sujetos a inundación al menos en una temporada del año ocasionan la acumulación de sales, ha generado solo el establecimiento de vegetación halófila, pero la cercanía a los asentamientos humanos ha ocasionado la presencia de especies introducidas y ruderales.

Ahora bien, como elementos delimitadores de presiones ambientales se pueden indicar que las topoformas y las subcuencas, ayudan a delimitar unidades que están sometidas a los mismos procesos de alteración natural (erosión, incidencia de los vientos, arrastre de sedimentos, intemperismo, etc.), y de disponibilidad de agua. Por todas estas características que se conjuntan

dentro de un mismo ambiente se puede indicar que vegetación presente dentro de esta unidad están bajo las mismas presiones biofísicas, lo que favorece la generación de una unidad ambiental donde la diversidad, riqueza y endemismos cuentan con las mismas características. Y, por tanto, los muestreos que se generen dentro de esta unidad son representativos para toda ella.

En la siguiente figura se presenta la delimitación de la unidad definida por el Marco Geoestadístico Nacional, y la unidad homogénea biofísica (método morfopedológico).



**Figura IV-1. Delimitación de la unidad definida por el Marco Geoestadístico Nacional, y la unidad homogénea biofísica (método morfopedológico).**

Sin embargo, pese a que el enfoque morfopedológico es la mejor aproximación para hacer una correcta delimitación y entendimiento de las condiciones biológicas, flora y fauna, y de las presiones naturales que las dirigen a partir de sus elementos desencadenadores, ésta falla en considerar las delimitaciones humanas, como son las presiones humanas, límites políticos, unidades de desarrollo

o de manejo que son heterogéneas dentro del mismo sistema ambiental. Es por esto que se procedió a integrar el Marco Geoestadístico Nacional en un nivel de desagregación municipal, en donde se integraron a las alcaldías de la Ciudad de México y municipios del Estado de México en los cuales se pretende desarrollar el proyecto. Para este análisis se empleó la cartografía del INEGI, escala 1:250,000. De esta integración se busca hacer la delimitación de los elementos socioeconómicos que se verían beneficiados o afectados directamente sobre el desarrollo del proyecto.

## IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

En el presente apartado se desarrollan y analizan de manera integral los elementos del medio físico, biótico, social y económico, así como los diferentes usos del suelo y del agua que hay en el área de estudio.

### IV.2.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR

Dentro del SAR se presentan diversas características abióticas, bióticas y socioeconómicas particulares, las cuales permitirán elaborar un diagnóstico para la evaluación de los impactos ambientales del proyecto, las cuales se presentan a continuación.

#### IV.2.1.1 Medio abiótico

##### IV.2.1.1.1 Ubicación geopolítica

El proyecto se ubica en el límite estatal entre la Ciudad de México y el Estado de México, en el área urbana de la Ciudad de México y su zona metropolitana. La influencia del proyecto, definida en el SAR, se extiende sobre los territorios de la Ciudad de México y del Estado de México.

La Ciudad de México se ubica en la región centro-sur de la República Mexicana, entre las coordenadas geográficas extremas al norte 19° 35' 34", al sur 19° 02' 54" de latitud norte, al este 98° 56' 25", al oeste 99° 21' 54" de longitud oeste. La Ciudad de México tiene una extensión territorial de 1,494.3 km<sup>2</sup>, representando el 0.1% de la superficie del país. Colinda al norte, este y oeste con el Estado de México y al sur con el estado de Morelos. La Ciudad de México es la capital de la República Mexicana y se divide en 16 alcaldías (INEGI, 2021; INEGI, 2017).

El Estado de México se localiza en la región centro-sur de la República Mexicana entre las coordenadas geográficas extremas al norte  $20^{\circ} 17' 09''$ , al sur  $18^{\circ} 22' 01''$  de latitud norte y al este  $98^{\circ} 35' 49''$ , al oeste  $100^{\circ} 36' 47''$  de longitud oeste. El Estado de México tiene una superficie de  $22,351.8 \text{ km}^2$ , representando el 1.1% de la superficie del país. Colinda al norte con los estados de Michoacán, Querétaro e Hidalgo, al este con Hidalgo, Tlaxcala, Puebla, Morelos y la Ciudad de México; al sur con Morelos y Guerrero y al oeste con Guerrero y Michoacán. La capital del Estado de México es Toluca de Lerdo y se divide en 125 municipios (INEGI, 2021; INEGI, 2017a).

El Sistema ambiental se localiza en la zona oriente de la Ciudad de México y del Estado de México. En la Ciudad de México se extiende por las alcaldías Venustiano Carranza, Iztacalco e Iztapalapa; mientras que en el Estado de México sobre el municipio de Nezahualcóyotl.

La alcaldía Venustiano Carranza se ubica en la zona oriente de la Ciudad de México en las coordenadas geográficas  $19^{\circ} 24'$  y  $19^{\circ} 28'$  de latitud norte, y  $99^{\circ} 03'$  y  $99^{\circ} 08'$  de longitud oeste a una altitud media de 2,230 msnm. Colinda con las alcaldías Gustavo A. Madero, Cuauhtémoc y Texcoco, Estado de México, al norte; Iztacalco y Nezahualcóyotl, Estado de México, al este; Iztacalco al sur, y Cuauhtémoc al oeste (INEGI, 2017; 2009a). Su extensión territorial es de  $33.9 \text{ km}^2$ , representando el 2.3% del territorio estatal. Tiene una densidad poblacional de 13,102.8 hab./ $\text{km}^2$ , y una población total de 443,704 habitantes, lo cual representa el 4.8% de la población estatal (INEGI, 2020).

Iztacalco se localiza en la zona oriente de la Ciudad de México en las coordenadas geográficas  $19^{\circ} 22'$  y  $19^{\circ} 25'$  de latitud norte, y  $99^{\circ} 03'$  y  $99^{\circ} 08'$  de longitud oeste con una altitud promedio de 2,230 msnm. Colinda al norte con Venustiano Carranza; al este con Iztapalapa y Nezahualcóyotl, Estado de México; al sur con Iztapalapa, y al oeste con Benito Juárez y Cuauhtémoc (INEGI, 2017; 2009b). Esta alcaldía tiene una superficie territorial de  $23.1 \text{ km}^2$  que representa el 1.5% del territorio estatal. Su población total es de 404,695 habitantes, representando el 4.4% de la población estatal. La densidad de población es de 17,522.7 hab./ $\text{km}^2$  (INEGI, 2020). En la siguiente tabla se muestra lo antes expuesto.

**Tabla IV-1. Caracterización de las alcaldías y municipios por los que se extiende el Proyecto.**

Alcaldía/ Municipio	Ubicación geográfica	Extensión (km <sup>2</sup> )	Extensión estatal (%)	Altitud media (msnm)	Población (No. hab.)	Población a nivel estatal (%)	Densidad (hab./km <sup>2</sup> )
<b>Ciudad de México</b>							
Venustiano Carranza	19° 24' y 19° 28' N 99° 03' y 99° 08' W	33.9	2.3	2230	443704	4.8	13,102.8
Iztacalco	19° 22' y 19° 25' N 99° 03' y 99° 08' W	23.1	1.5	2230	404695	4.4	17,522.7
Iztapalapa	19° 17' y 19° 24' N 98° 57' y 99° 08' W	113.2	7.6	2239	1835486	19.9	16,219.6
<b>Estado de México</b>							
Nezahualcóyotl	19° 22' y 19° 30' N 98° 58' y 99° 04' W	63.3	0.3	2262	1077208	6.3	17,026.4

Datos de población del 2020.

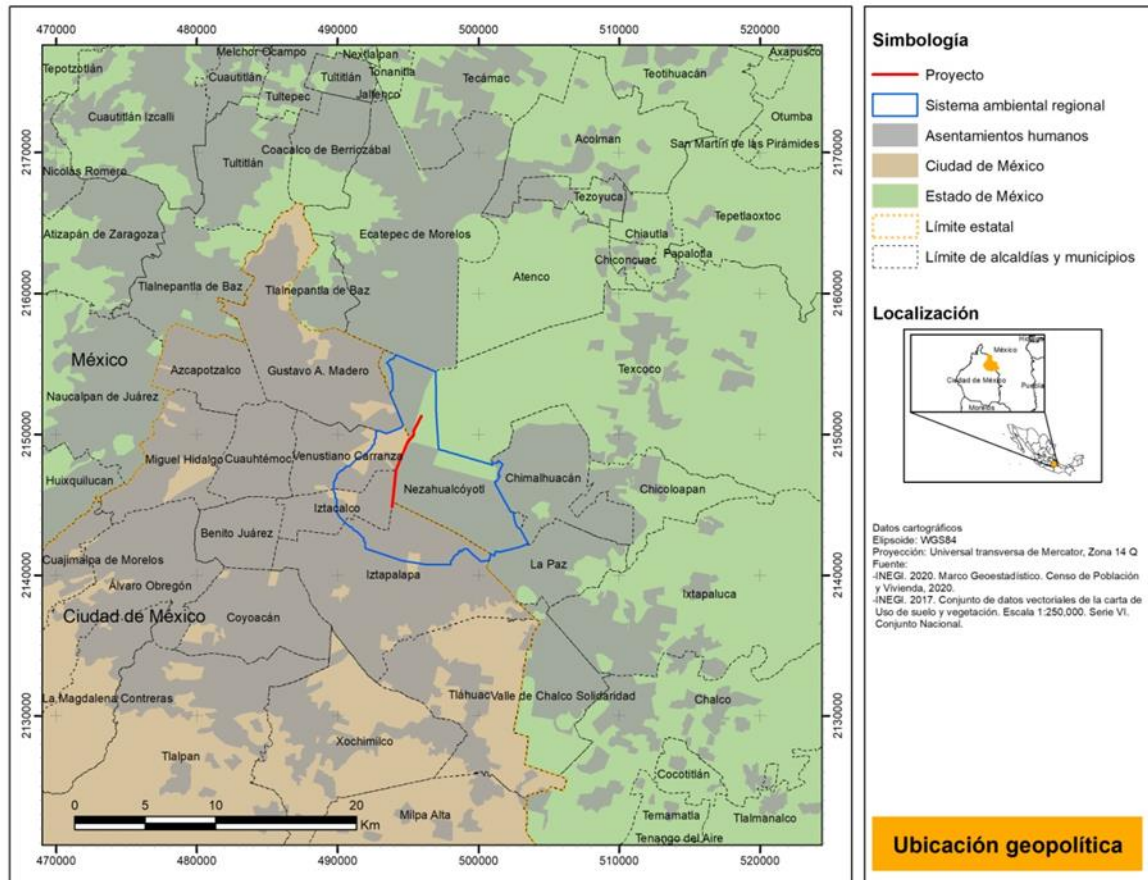
Iztapalapa se ubica en la zona oriente de la Ciudad de México en las coordenadas geográficas 19° 17' y 19° 24' de latitud norte, y 98° 57' y 99° 08' de longitud oeste y a una altitud media de 2,239 msnm. Colinda al norte con Iztacalco y Nezahualcóyotl, Estado de México; al este con Tláhuac y los municipios, del Estado de México, Nezahualcóyotl, La paz y Valle de Chalco Solidaridad; al sur con Xochimilco y Tláhuac, y al oeste con Benito Juárez y Coyoacán (INEGI, 2017; 2009c). Su superficie es de 113.2 km<sup>2</sup> que representan el 7.6% del territorio estatal. La población total es de 1,835,486 habitantes, representando el 19.9% de la población estatal. La densidad poblacional es de 16,219.6 hab./km<sup>2</sup> (INEGI, 2020).

El municipio de Nezahualcóyotl se ubica en la región oriente del Estado de México en las coordenadas geográficas 19° 22' y 19° 30' de latitud norte, y 98° 58' y 99° 04' de longitud oeste con una altitud promedio de 2,262 msnm. Colinda al norte con Ecatepec, Texcoco y la alcaldía Gustavo A. Madero, Ciudad de México; al este con Texcoco, Chimalhuacán y La Paz; al sur con La Paz y las alcaldías Iztapalapa e Iztacalco, Ciudad de México, y al oeste con las alcaldías Gustavo A. Madero y Venustiano Carranza, Ciudad de México (INEGI, 2017a; 2009d). Su superficie es de 63.3 km<sup>2</sup>, abarcando el 0.3% del territorio estatal. Tiene una población total de 1,077,208 habitantes,



representando el 6.3 % de la población estatal. La densidad poblacional es de 17,026.4 hab./km<sup>2</sup> (INEGI, 2020a).

En la siguiente figura se muestra la ubicación geostatística del proyecto y del SAR.



**Figura IV-2. Ubicación geostatística del proyecto y del SAR.**

#### IV.2.1.1.2 Fisiografía

En el territorio nacional se utiliza un sistema de regionalización basado en sus características de relieve, las cuales han sido definidas a partir de un análisis integral de la información topográfica, geológica, hidrológica y edafológica. Este sistema, utilizado por el INEGI, reconoce como principales unidades a las provincias fisiográficas, las cuales se definen por un conjunto estructural de origen geológico unitario, con morfología propia y distintiva.

El Sistema Ambiental Regional se localiza en la provincia fisiográfica Eje Neovolcánico (siguiente Figura). La exuberante diversidad biológica de México se define por las intrincadas características fisiográficas, geológicas y climáticas del país. Estas se mezclan unas con otras, creando una gama de condiciones ambientales y microambientales, que permiten la presencia de prácticamente todos los ecosistemas terrestres y de un mosaico biótico complejo (Ortega y Pinkus *et al.*, 2015).

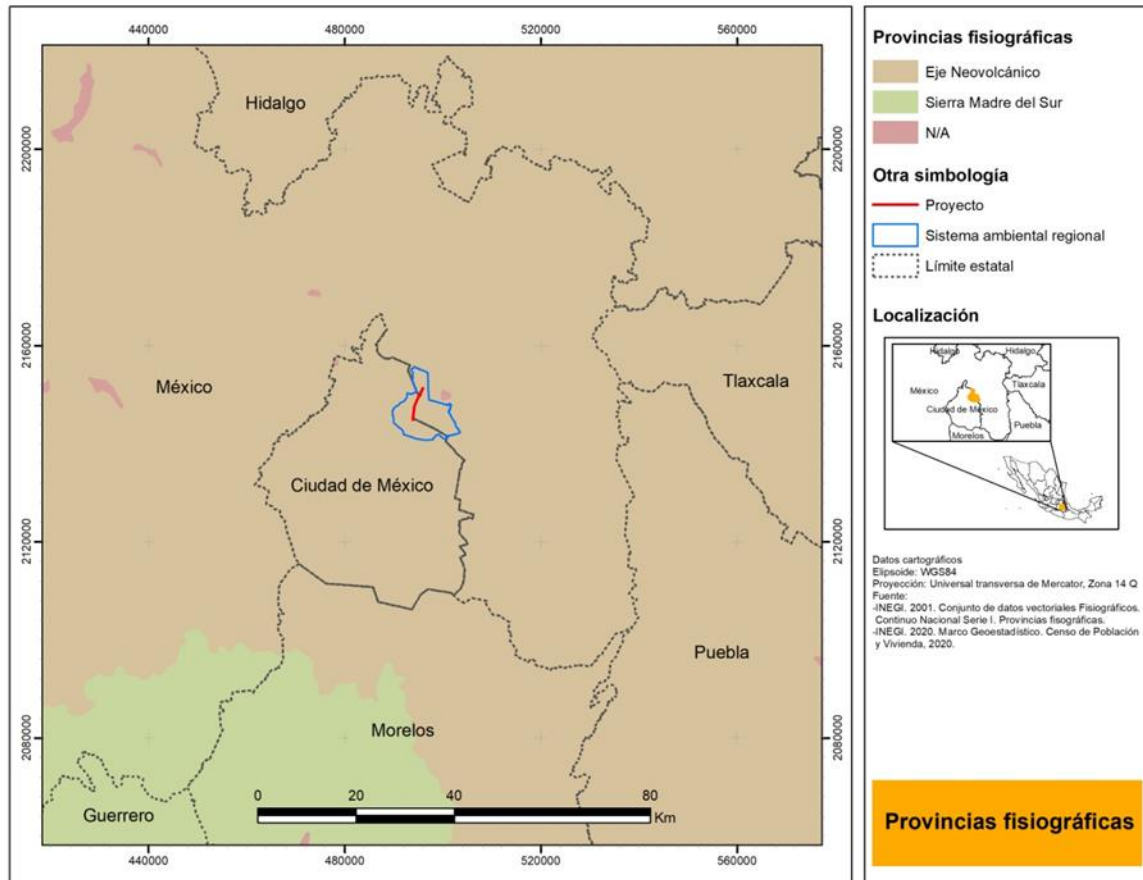
Particularmente el eje Neovolcánico transversal, también llamado Faja Volcánica Transmexicana, se caracteriza como una enorme masa de rocas volcánicas de todos tipos, acumulada en múltiples y sucesivos episodios volcánicos que se iniciaron hace unos 35 millones de años atrás (INEGI, 2001). La integran un conjunto de cordilleras y sierras volcánicas coladas lávicas, conos dispersos, amplios escudo-volcanes de basalto, depósitos de arena, cenizas y llanuras de diferentes edades alineados sobre una franja que cruza la zona central del territorio mexicano, entre los paralelos 19° y 20° de este (Ortega y Pinkus *et al.*, 2015).

De acuerdo con Rzedowski (2006) es un sistema montañoso no totalmente continuo que marca el extremo sur de la Altiplanicie Mexicana separándola de la depresión de Balsas, dentro del eje se encuentran los volcanes., Pico de Orizaba, Popocatepetl, Iztaccíhuatl, Nevado de Toluca, Malinche, Nevado de Colima, Tancítaro, Tláloc, y Cofre de Perote, con altitudes que varían de 5,650 a 4,049 msnm (Yarza, 2003).

Esta área incluye varios tipos y subtipos climáticos los cuales van desde secos a húmedos, cálidos y fríos, representados en siete grupos., (A): Cálidos, húmedos y subhúmedos, (AC) semicálidos húmedos y subhúmedos, (B): secos, (C): templados húmedos y subhúmedos, (Cb’): semifríos húmedos y subhúmedos, (E(T)H): fríos de altura y (E(F)H): muy fríos de altura (Hernández y Carrasco, 2007). Además, que la mayor parte de la superficie que cubre esta faja volcánica es característica de poseer suelos maduros, con facilidad de labranza y ligeramente neutros, lo que propicia el desarrollo de actividades productivas.

El eje Neovolcánico es considerado uno de los principales centros de riqueza de endemismo de anfibios, reptiles, aves, mamíferos, gimnospermas, asteráceas, encinos y pinos (Hernández y Carrasco, 2007). Es la cuarta región florística con mayor riqueza, abarcando casi 1,348 géneros de plantas vasculares.

Los principales impactos directos para esta zona son propiciados por la actividad humana, la tala, y la extracción desmedida de flora y fauna, el cambio de uso de suelo para destinarlo a la ganadería y la agricultura, la sobre explotación de los recursos hídricos, los cambios que surgen por la fuerte presión demográfica, y la desmineralización de los suelos por malas prácticas agro y pecuarias (Rzedowski, 2006).



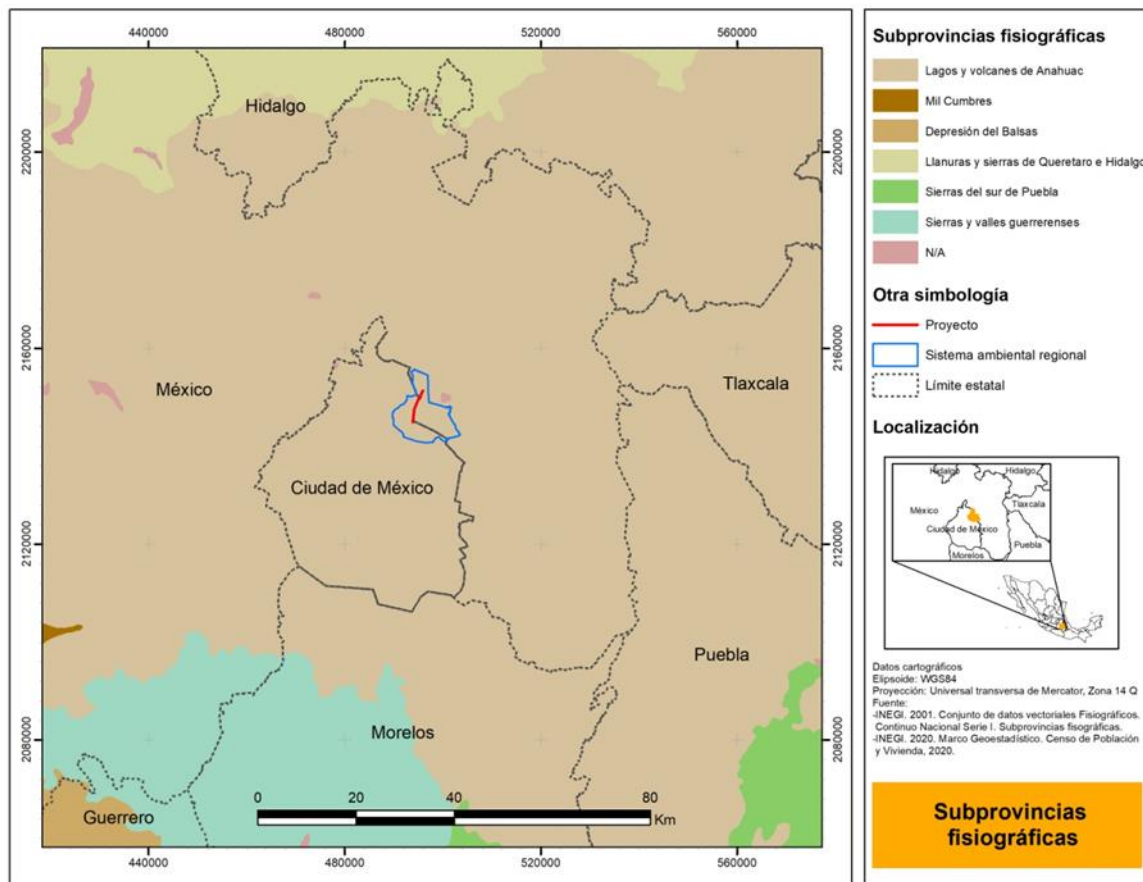
**Figura IV-3. Provincia fisiográfica donde se ubica el SAR.**

### Subprovincias fisiográficas

La provincia Eje Neovolcánico se divide en tres subprovincias:

- Mil Cumbres.
- Llanos y Sierra de Querétaro e Hidalgo.
- Lagos y Volcanes de Anáhuac.

El proyecto se ubica en la subprovincia fisiográfica Lagos y Volcanes de Anáhuac (siguiente Figura). Esta subprovincia, está integrada por grandes sierras volcánicas que se alternan con amplios vasos lacustres (INEGI, 2001). Se caracteriza por estar conformada de montañas plegadas con orientación casi norte-sur, construidas a partir de secuencias marinas detríticas y calcáreas, separadas por valles aluviales y llanuras formadas a partir de antiguas cuencas lacustres, donde aparecen elevaciones aisladas (Lizcano, 2016).



**Figura IV-4. Subprovincia fisiográfica donde se ubica el SAR.**

Esta subprovincia abarca regiones como la CDMX y cinco capitales estatales (Toluca de Lerdo, Tlaxcala de Xicoténcatl, Pachuca de Soto, Heroica Puebla de Zaragoza y Cuernavaca), y pueden diferenciarse seis unidades de relieve principales de acuerdo con Lizcano (2016):

- *Sierra Nevada*: que incluye los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl y que separa los valles de México y Puebla.
- *Cuenca de México*: donde se asienta la Ciudad de México y buena parte de los municipios mexiquenses conurbados a ella.
- *Cierra de las Cruces*: que separa las cuencas de México y Toluca, pero también Valle de México del Noroeste a través de una zona de cañadas (entendidas como valles fluviales de pendientes abruptas).
- *Sierra de Timilpan*: que cierra al norte la llanura lacustre del río Lerma y que, se extiende desde la sierra de las Cruces hasta el estado de Querétaro, integrando sierras y lomeríos de cinco municipios del Noroeste Chapa de Mota, Morelos, Timilpan, Acambay y Aculco.
- *Cuenca del Río Lerma*: que puede dividirse en valle Matlazincá o valle del curso alto del río Lerma y valle de Ixtlahuaca-Atlacomulco o valle de los cursos medio y bajo del mismo río Lerma.
- *Sierra Xinantécatl*: que cierra al sur la cuenca del río Lerma y que, se extiende desde la sierra de las Cruces hasta una serie de “cerros” superiores a los 3000 msnm, como El Faro, Lodo Prieto y La Cañada Oscura, situados en torno a la localidad de Amalinalco de Agua Bendita, a uno y otro lado de la carretera que une las cabeceras municipales de Toluca y Amanalco.

#### IV.2.1.1.3 Geoformas

Las geoformas o topoformas son formaciones territoriales geoméricamente reducibles a un número pequeño de elementos topográficos que constituyen la interacción de los agentes formadores de relieve y son elementos básicos en el sistema fisiográfico (Duch, 1991). El Sistema Ambiental Regional abarca dos topoformas, las cuales se describen a continuación (siguiente Figura):

##### *Vaso lacustre salino*

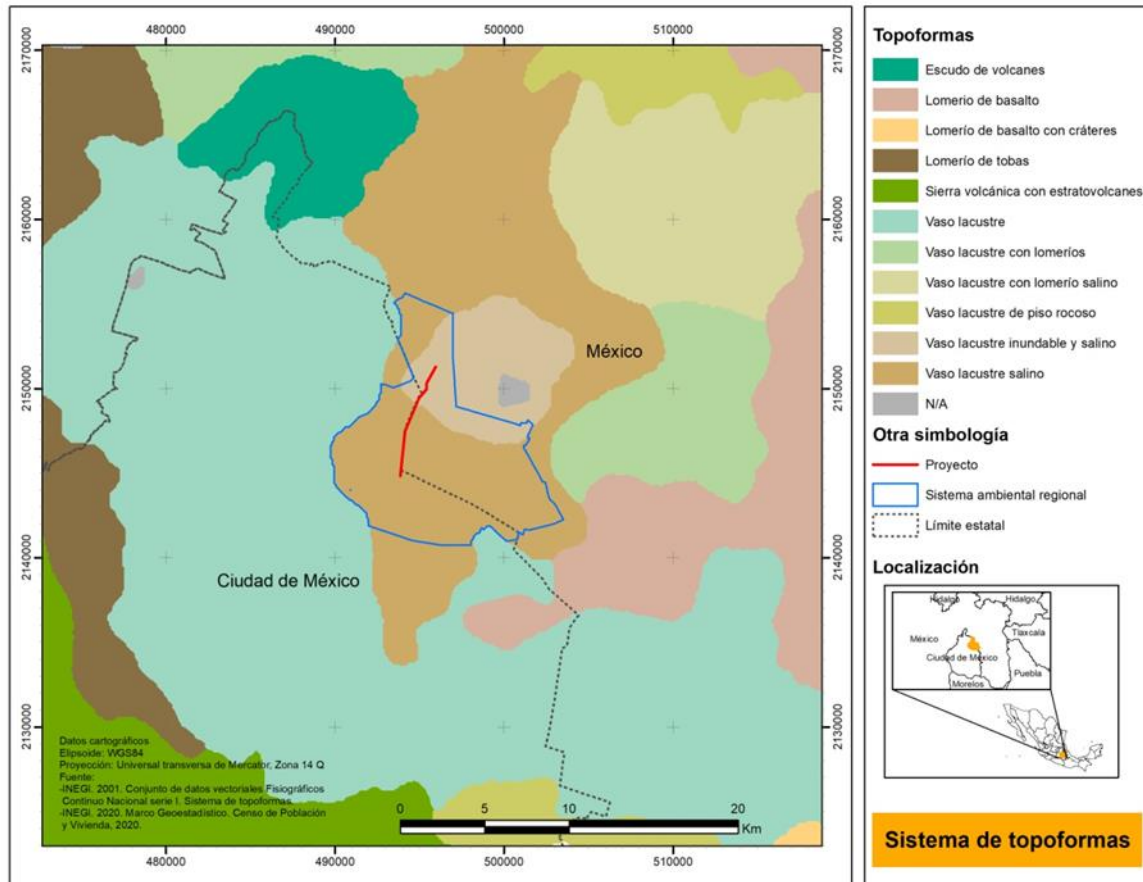
La extensión territorial del vaso lacustre salino es de 8,682.80 ha (82.84 % del territorio del SAR). Se compone de cuerpos de agua que se encuentran situados al interior de un sistema montañoso, o de cordilleras (DUMAC y NAWCA, 2009), comprenden la superficie del cuerpo de agua temporal, generalmente somera (De poca profundidad) y cuya vida dura unos cuantos miles de años, limitada

por las condiciones climáticas y geológicas de su entorno, desaparece a causa de la erosión y la paulatina acumulación del sedimento en el lecho lacustre (Díaz 2006).

Están constituidos por depósitos clásticos pliocuaternarios subyacidos por material aluvial y lahares (fluidos compuestos de sedimentos volcánicos con una gran cantidad de agua que se moviliza desde las laderas de los volcanes, durante mucho tiempo) (Díaz, 2006).

#### *Vaso lacustre inundable y salino*

El vaso lacustre inundable y salino ocupa una superficie de 1,798.27 ha (17.16 % del SAR), principalmente en la zona noreste del SAR. Son cuerpos de agua que se encuentran situados al interior de un sistema montañoso, o de cordilleras (DUMAC y NAWCA, 2009), comprenden la superficie del cuerpo de agua temporal, generalmente somera (De poca profundidad) y cuya vida dura unos cuantos miles de años, limitada por las condiciones climáticas y geológicas de su entorno, desaparece a causa de la erosión y la paulatina acumulación del sedimento en el lecho lacustre (Díaz, 2006). Es de naturaleza salino, debido a que las aguas que fluyen hacia el contienen sales y otros minerales, y son característicos de cuencas endorreicas o cuencas cerradas (Cotler y Garrido *et al.*, 2007; SEMARNAT y CONAGUA, 2013).



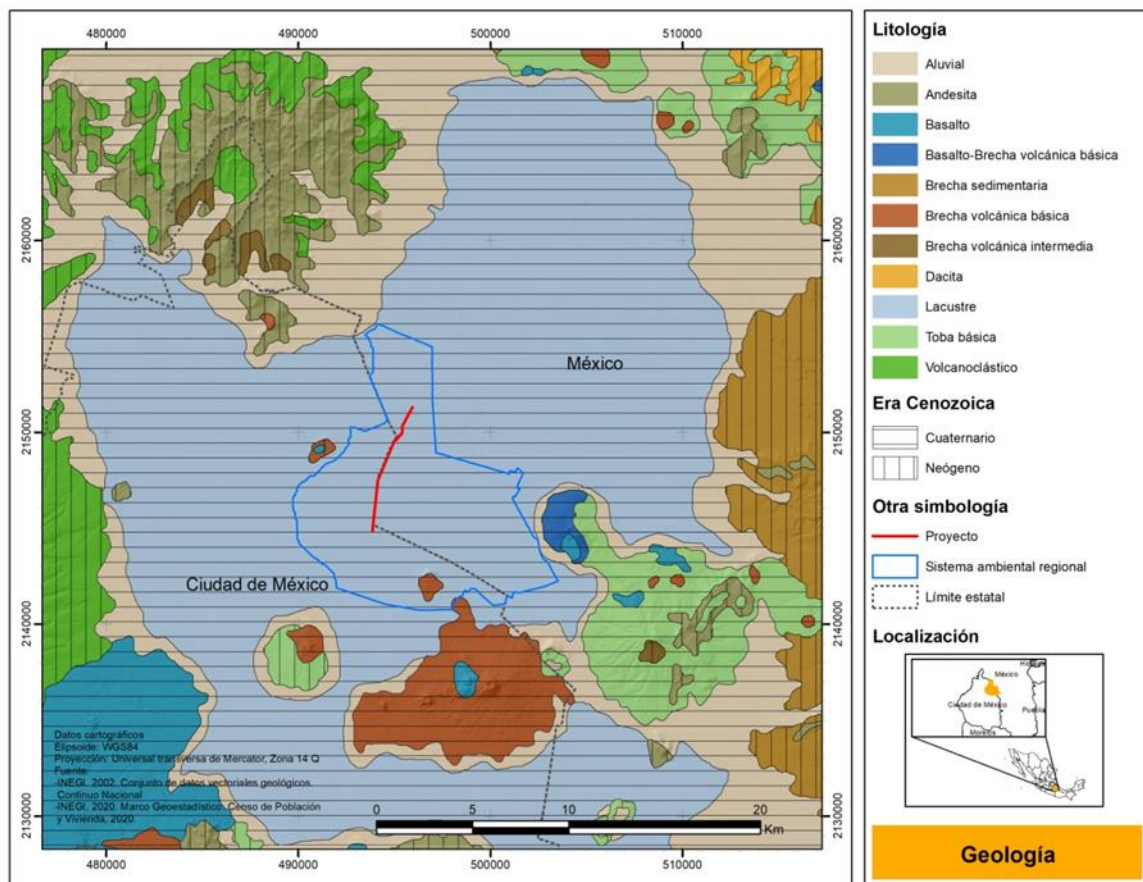
**Figura IV-5. Sistemas de topoformas donde se ubica el SAR.**

#### IV.2.1.1.4 Geología

El Sistema Ambiental Regional está dominado por Suelo lacustre (siguiente Figura), ya que cubre 10,362.35 ha (98.87 %), pero existe una pequeña zona con roca ígnea extrusiva llamada brecha volcánica básica, la cual tiene una extensión de 118.72 ha (1.13 %).

El suelo lacustre, Q(la), tiene su origen en la era del Cenozoica en el periodo Cuaternario. En un sistema lacustre, los suelos se han formado a partir de materiales finos, de origen aluvial y lacustre, profundos, en algunas áreas se encuentran limitadas por una capa freática alta, se encuentran distribuidas en unas superficies planas, o ligeramente depresionadas. Se registran episodios de carácter marino asociados a transgresiones y alto nivel del mar durante diferentes episodios (Lozano y Sosa, 2015).

Brecha Volcánica básica, Q(Bvb), es una roca ígnea extrusiva que se originó en la era Cenozoica en el periodo Cuaternario. Este tipo de basamento se presenta en las vertientes de las cordilleras, con paisajes abruptos, o paisajes colindados con pendientes medianas a fuertes y estructuras volcánicas aisladas. Las alturas varían entre 800 y 3,000 msnm (INEGI, 1981).



**Figura IV-6. Geología donde se ubica el SAR.**

#### IV.2.1.1.5 Fallas y fracturas

Con base en el Boletín UNAM-DGCS-003 (2019), se indica que las fallas geológicas activas del subsuelo de la Ciudad de México son las causantes de los sismos de baja magnitud ocurridos en la ciudad. La baja magnitud de los sismos se debe a que la longitud de las fallas que los originan no es tan grande, como las fallas localizadas en la costa del Pacífico.



Cuando un sismo de gran magnitud ocurre fuera del Valle de México, el subsuelo de la Ciudad de México resiente las ondas sísmicas ocasionando la activación de las fallas locales preexistentes y generan los sismos de baja magnitud que ocurren después.

Los sismos locales tienden a ser superficiales, no alcanzan más de 5 a 10 km de profundidad. Estos sismos obedecen a un fallamiento normal: fallas que existen a lo largo del Eje Neovolcánico. Estos sismos son de magnitud 2, 2.1, 2.2, 2.3, por lo cual su área de influencia se limita hasta 3 km, y la duración no es mayor a 5 segundos.

En la zona oeste del Sistema Ambiental regional en las alcaldías Venustiano Carranza e Iztacalco se presentan fallas inferidas. En Iztapalapa se presenta una falla. Mientras que la falla regional San Lorenzo Tezonco (SLT) recorre parte del SAR a través de las alcaldías Iztacalco e Iztapalapa y llega al municipio de Nezahualcóyotl en el Estado de México. Esta falla toca la parte sur del proyecto (siguiente Figura).

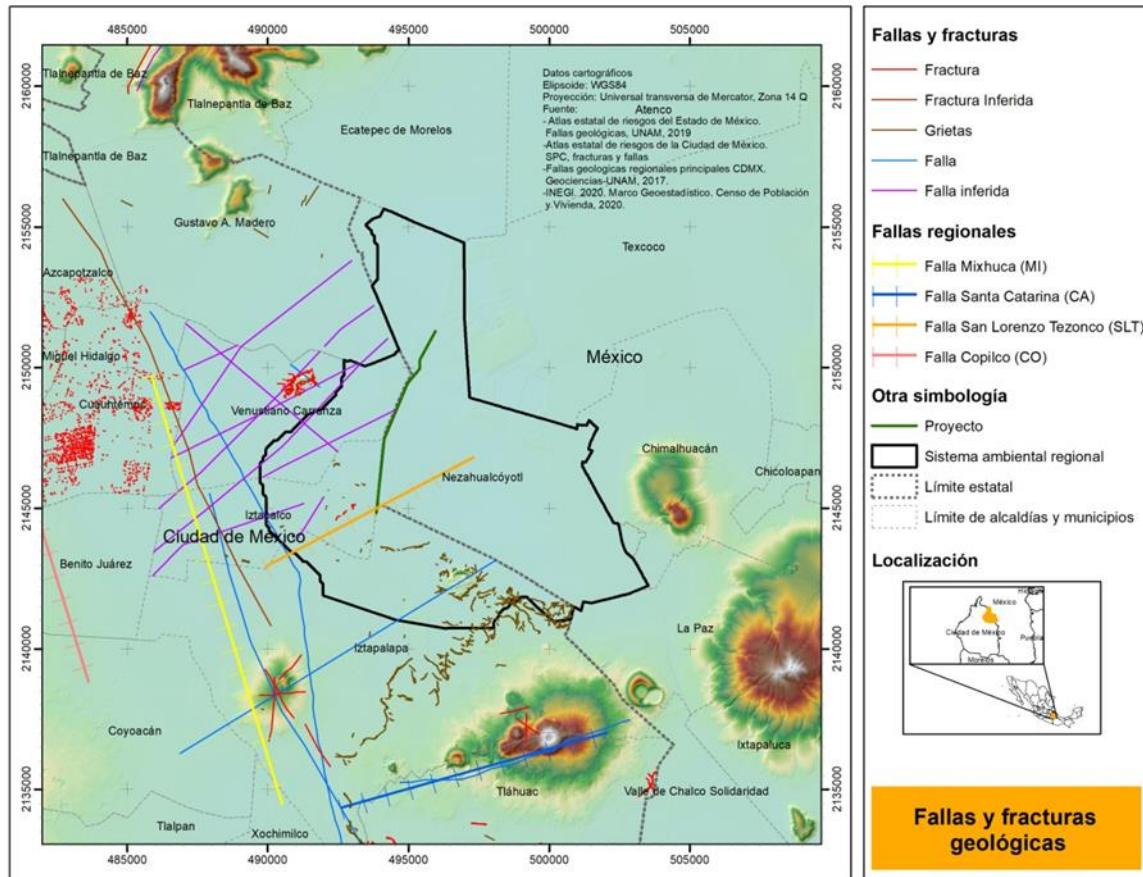
La información del fracturamiento se basa en el Boletín UNAM-DGCS-677 (2017). El mapa de fracturas de la Ciudad de México ha permitido identificar la vulnerabilidad física del suelo, es decir, susceptible a fracturarse, y estimar la fragilidad social en zonas de fracturamiento. El resultado fue que las fracturas afectan a 15 de las 16 alcaldías. Benito Juárez, Cuauhtémoc, Iztapalapa, Tláhuac y Xochimilco, son las alcaldías con mayor número de fracturas.

Existe una relación directa entre la aparición de las fracturas y las áreas de contraste y las zonas del lago y los edificios volcánicos. Ejemplo de ello son la base de las laderas de la Sierra de Santa Catarina en Iztapalapa, así como en la base de la ladera de la Sierra de Chichinautzin en Xochimilco y Tlalpan.

Asimismo, indican, que los edificios colapsados en los sismos de 1985 y 2017 se concentran en la zona con más fracturas de las alcaldías Benito Juárez y Cuauhtémoc, ubicadas ambas en una fosa delimitada por dos fallas, que atraviesan la ciudad de norte a sur.

El origen de las fracturas es el contraste entre los materiales volcánicos y los de relleno del lago. La extracción del agua es un factor detonante de las debilidades del suelo, ya que el estrés hídrico el subsuelo se consolida y se compacta, y las irregularidades y discontinuidades se manifiestan o se propagan hacia la superficie.

En el Sistema Ambiental regional existen fracturas en la alcaldía Iztacalco. Asimismo, en la alcaldía de Iztapalapa se observa una zona de agrietamiento, principalmente en la base de las laderas de la Sierra de Santa Catarina (siguiente Figura).

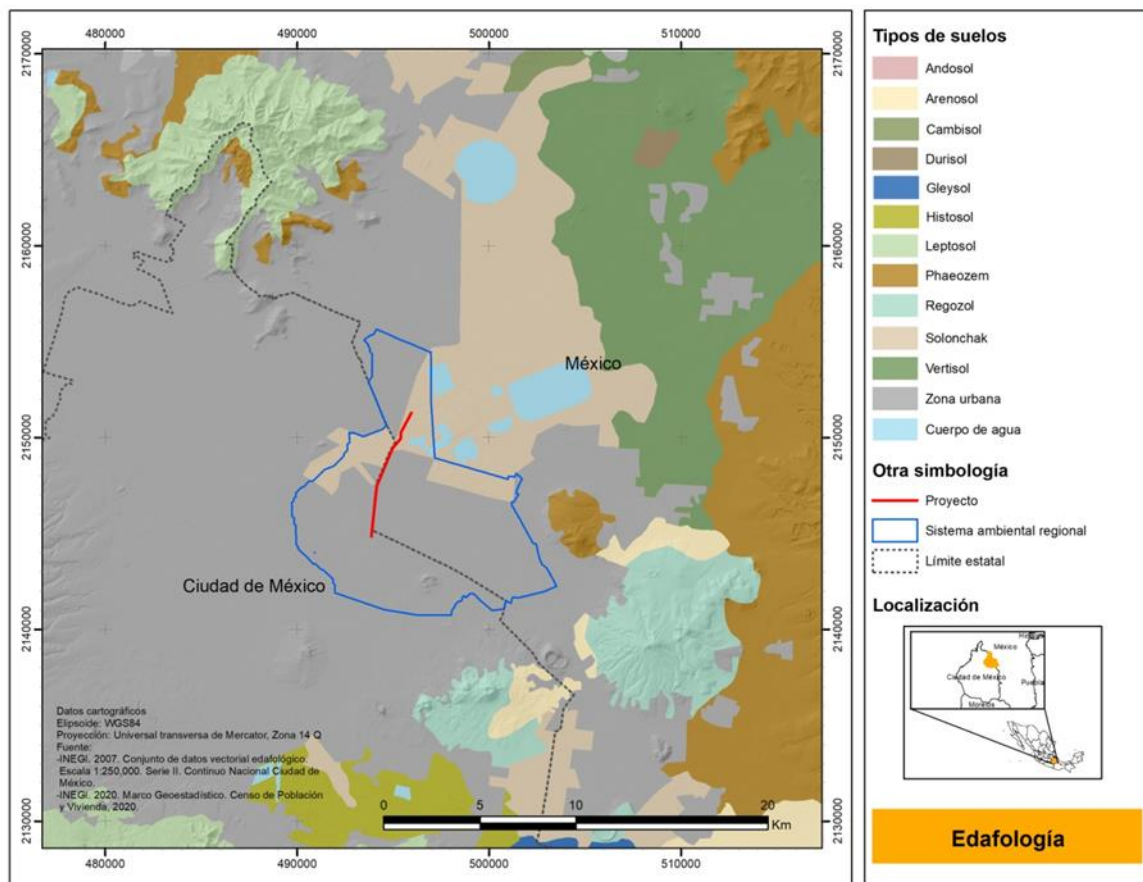


**Figura IV-7. Fallas y fracturas presentes en el SAR.**

#### IV.2.1.1.6 Edafología

El suelo es un cuerpo natural continuo gobernado por constituyentes minerales y orgánicos, los cuales están organizados en estructuras que forman el aspecto morfológico que están en constante evolución (IUSS Grupo de Trabajo WRB, 2007). Para un mejor reconocimiento de los suelos del país, el INEGI utiliza Unidades Edafológicas, las cuales muestran unidades y subunidades de suelo en términos de tipo de suelo, ya sean puros o asociados, que se encuentran presentes en el terreno. Las características de los suelos están determinadas por las interacciones existentes entre la roca madre, los organismos presentes, la topografía y el clima.

De acuerdo con el INEGI, el sistema ambiental Regional está dominado por una zona urbana con un área de 8,754.38 ha (83.53 %), seguida por suelo tipo Solonchak con una extensión de 1,657.77 ha (15.82) y distribuida en el ex lago de Texcoco y la zona del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México y, en menor extensión por cuerpos de agua que cubren 68.91 ha (0.66 %) (siguiente Figura).



**Figura IV-8. Tipos de suelos presentes en el SAR.**

### *Zona urbana (ZU)*

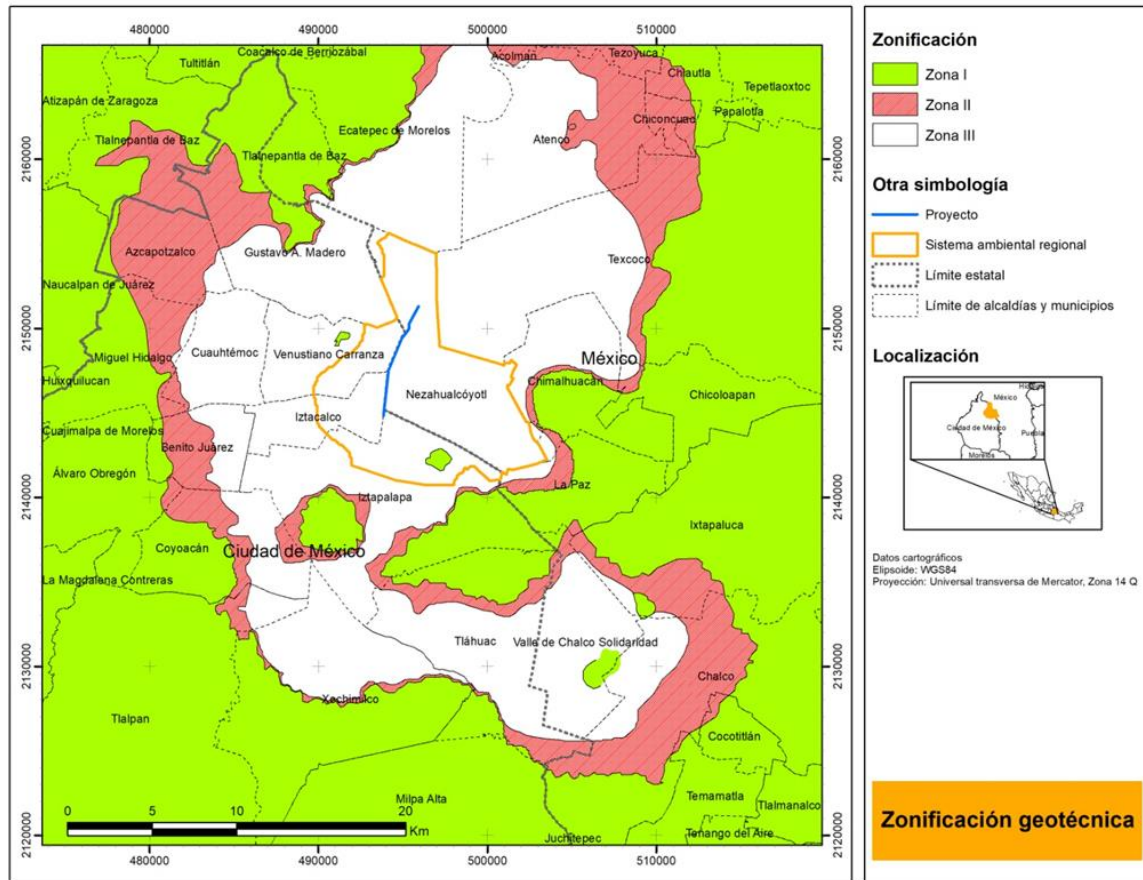
Corresponde a aquellas zonas de un término municipal, en las que se encuentran los servicios necesarios como los accesos de transporte, la red de abastecimiento y evacuación de aguas y suministro de energía eléctrica. Pero también podemos encontrar en estas zonas la mayor parte de las edificaciones. Así mismo se considera suelo urbano aquel que ha sido desarrollado y urbanizado conforme a lo determinado por un planteamiento, la superficie del terreno urbano está ocupado por construcciones de viviendas, zonas asfaltadas o zonas comerciales (UACM, 2020).

### *Suelos tipo Solonchak (SC)*

Los suelos Solonchak son suelos color café claro y/o blanquecinos, grisáceos o pardos, característicos de zonas climáticas áridas, semiáridas y regiones costeras, se presentan en todos los climas, se desarrollan en lugares con poca pendiente sobre materiales no consolidados (FAO, 2008), y sujetos a inundación al menos en una temporada del año, donde se acumula el salitre, característica que los hace ser suelos muy salinos en algún momento del año (WRB, 2015), tienen un pH alcalino de  $\pm 8.5$ , se derivan de sedimentos de origen lacustre (INEGI, 2001) y la vegetación predominante en regiones costeras son los manglares, en regiones áridas la vegetación predominante son las halófitas facultativas (Palma y Zavala *et al.*, 2017). Tienen una capacidad de drenaje insuficiente, son medianamente profundos (60 cm), presentan una textura arcillo arenosa, franco arenosa (Bojórquez y Hernández *et al.*, 2008) y poseen < del 1% de materia orgánica. Tienen una capacidad de utilización muy reducida, ya que solo las plantas muy tolerantes a la salinidad se adaptan a estos suelos, y no tienen ningún tipo de uso agrícola, ni ganadero.

### **Estratigrafía y mecánica de suelos.**

Por su ubicación, el área del proyecto se considera en la Zona III o de Lago, de acuerdo con la Zonificación Geotécnica establecida en las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Cimentaciones del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (NTCDCC-RCDF, 2017) (siguiente Figura).



**Figura IV-9. Zonificación Geotécnica de la Zona Metropolitana.**

La secuencia estratigráfica del sitio está formada por las 5 unidades geotécnicas características de la zona de Lago, a saber; Costra Superficial, con un espesor de 3.0 a 4.0 m; Formación Arcillosa Superior, con un espesor de 34.8 a 36.2m; capa dura, con un espesor de 2.0 a 3.0 m; Formación arcillosa inferior, con un espesor de 13.4 a 14.3 m y finalmente, los depósitos profundos localizados a partir de 55.0 m de profundidad (siguiente Figura).

La costra superficial tiene un espesor de 3.0 a 4.0 m, y está constituida por materiales de relleno, consistentes en limos arenosos, de color café oscuro, de consistencia media, con intercalaciones de arenas limosas. Superficialmente se localiza una capa de material vegetal, característico de las zonas de inundación.

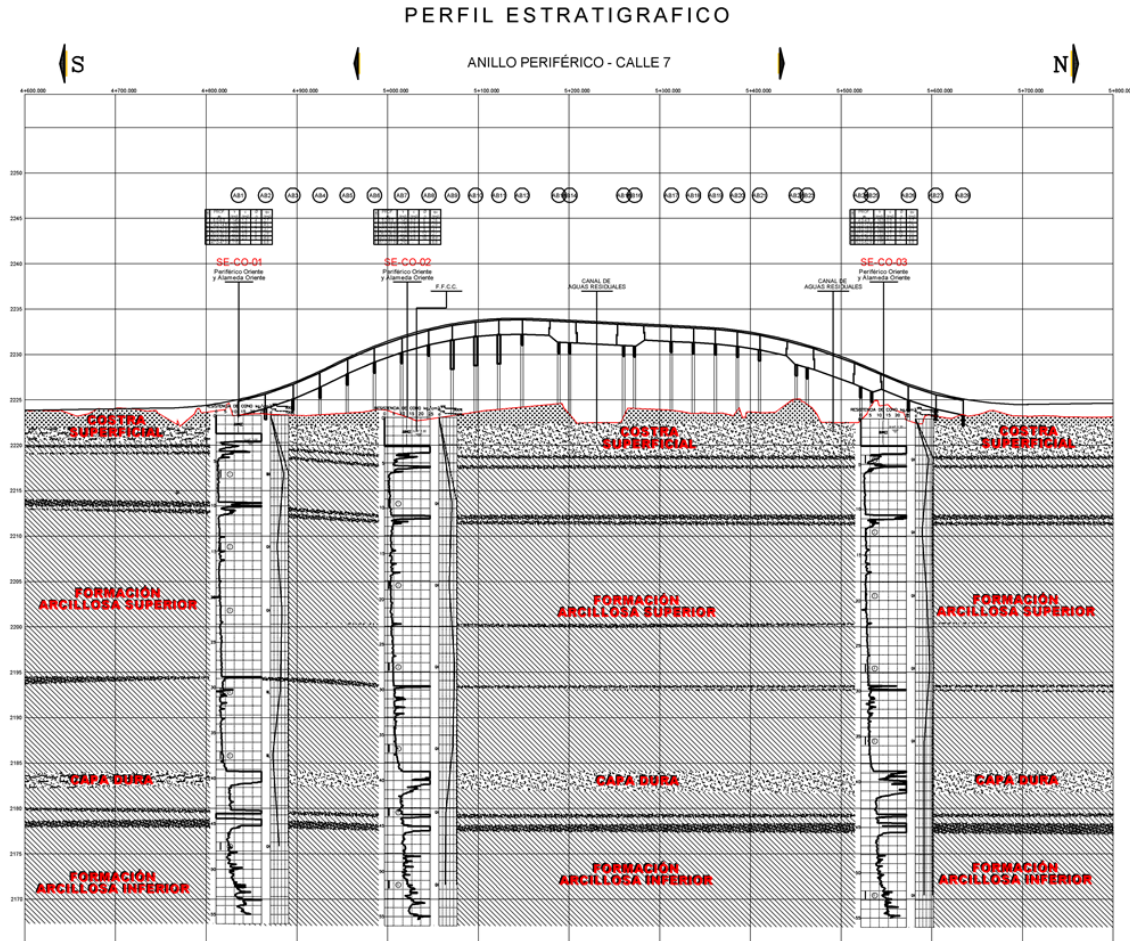


Figura IV-10. Perfil estratigráfico.

Los parámetros mecánicos han sido definidos mediante las correlaciones arrojando los siguientes valores reportados en la tabla.

Tabla IV-2. Parámetros mecánicos de la costra superficial.

Propiedad	Símbolo	Valor	Unidad
Peso Volumétrico	$\gamma$	1.400	kg/m <sup>3</sup>
Cohesión	c	10.3	t/m <sup>2</sup>
Ángulo de fricción interna	$\phi$	15	grados

Con un espesor entre 34.8 y 36.2 m, se localizan arcillas de alta plasticidad, de color gris verdoso, de consistencia blanda a media, creciendo con la profundidad, presenta una serie de intercalaciones de arena limosa, de compacidad densa, con presencia de materia orgánica. Se obtuvieron

resistencias con cono eléctrico entre 1.9 y 4.8 kg/cm<sup>2</sup>, en los materiales finos, mientras que en los lentes de arena se obtuvieron valores promedio de 14.6 kg/cm<sup>2</sup>. El contenido natural de agua de los materiales finos se encuentra entre 60 y 430 %, y el contenido de finos se ubica entre 94 y 99 %. Con base en ensayos practicados a muestras inalteradas se obtuvieron los siguientes parámetros mecánicos (siguiente Tabla).

**Tabla IV-3. Parámetros mecánicos de las arcillas de alta plasticidad.**

Propiedad	Símbolo	Valor	Unidad
Peso Volumétrico	$\gamma$	1119-1223	kg/m <sup>3</sup>
Cohesión	c	0.9-2.4	t/m <sup>2</sup>
Ángulo de fricción interna	$\phi$	2-12	grados

Esta capa está formada por limos arenosos, de color gris blanquizo, de consistencia muy dura; tiene un espesor entre 2.0 y 3.0 m, se encuentra localizada a una profundidad entre 38.8 y 39.2 m. La resistencia promedio con cono eléctrico es de 28.2 kg/cm<sup>2</sup>. Los parámetros mecánicos han sido definidos mediante las correlaciones arrojando los siguientes valores reportados en la tabla.

**Tabla IV-4. Parámetros mecánicos de la capa limos arenosos.**

Propiedad	Símbolo	Valor	Unidad
Peso Volumétrico	$\gamma$	1600	kg/m <sup>3</sup>
Cohesión	c	0	t/m <sup>2</sup>
Ángulo de fricción interna	$\phi$	31	grados

La formación arcillosa inferior se detecta a partir de los 40.5 a 41.5 m de profundidad y llega hasta los 55.0 m, está constituida por arcillas de alta plasticidad, poco limosas, de color gris verdoso, de consistencia media a dura, creciendo con la profundidad, en general presenta intercalaciones de arena limosa. Se obtuvieron resistencias promedio con cono eléctrico desde 9.0 hasta 14.7 kg/cm<sup>2</sup>. El contenido natural de agua de los materiales finos se encuentra entre 161 y 244%, y el contenido de finos se ubica entre 95 y 99%. Con base en ensayos practicados a muestras inalteradas se obtuvieron los siguientes parámetros mecánicos (siguiente Tabla).

**Tabla IV-5. Parámetros mecánicos de la formación arcillosa inferior.**

Propiedad	Símbolo	Valor	Unidad
Peso Volumétrico	$\gamma$	1115-1247	kg/m <sup>3</sup>

Propiedad	Símbolo	Valor	Unidad
Cohesión	c	0.9-3.4	t/m <sup>2</sup>
Ángulo de fricción interna	$\phi$	18	grados

Durante la ejecución de los sondeos el nivel de aguas freáticas se detectó entre 1.2 y 3.0 m de profundidad. Se realizaron mediciones de presión de poro a diferentes profundidades, resultando la siguiente distribución de presión del agua (siguientes Figuras).



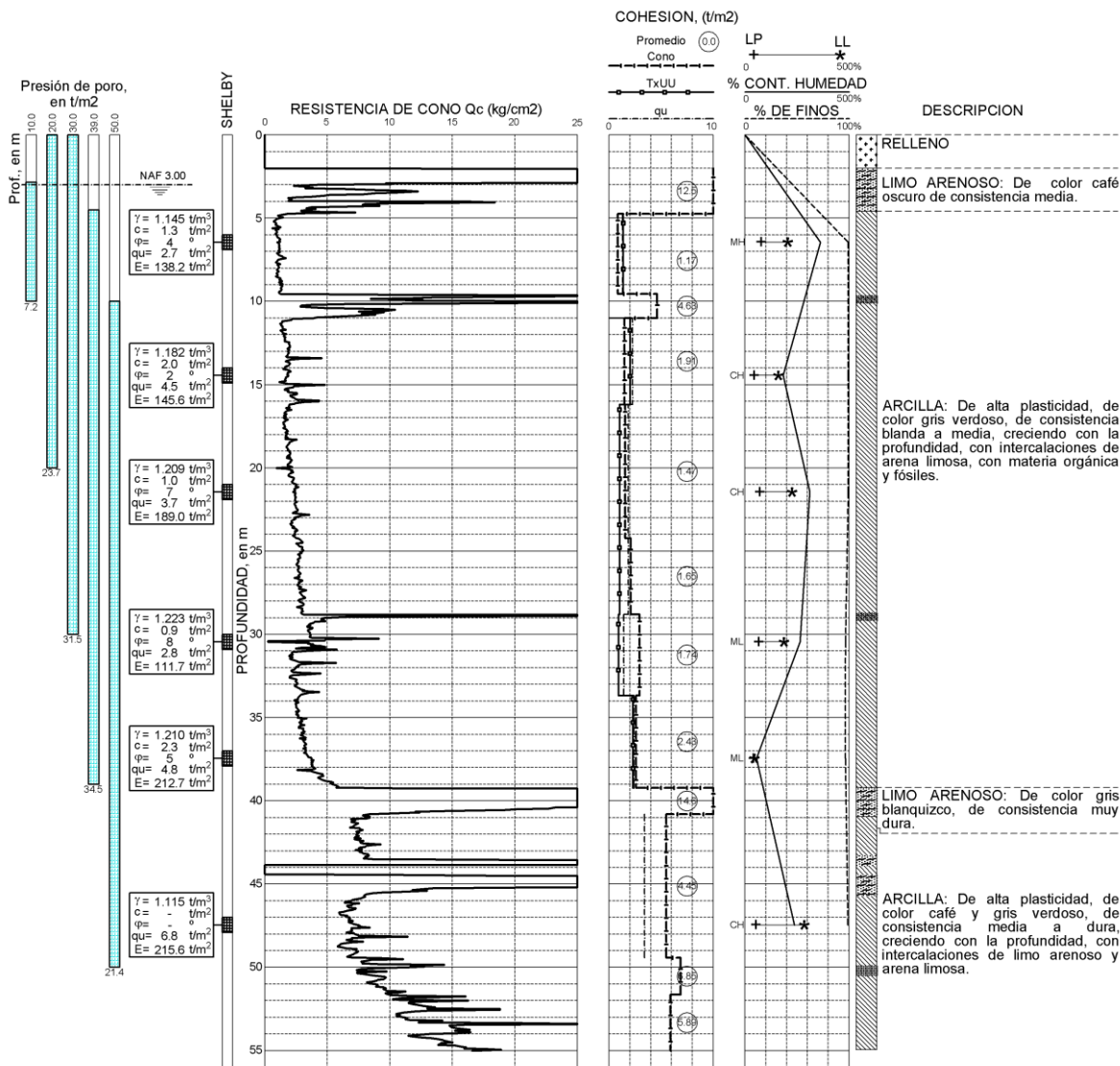


Figura IV-11. Perfil estratigráfico. NAF 3.00 m.

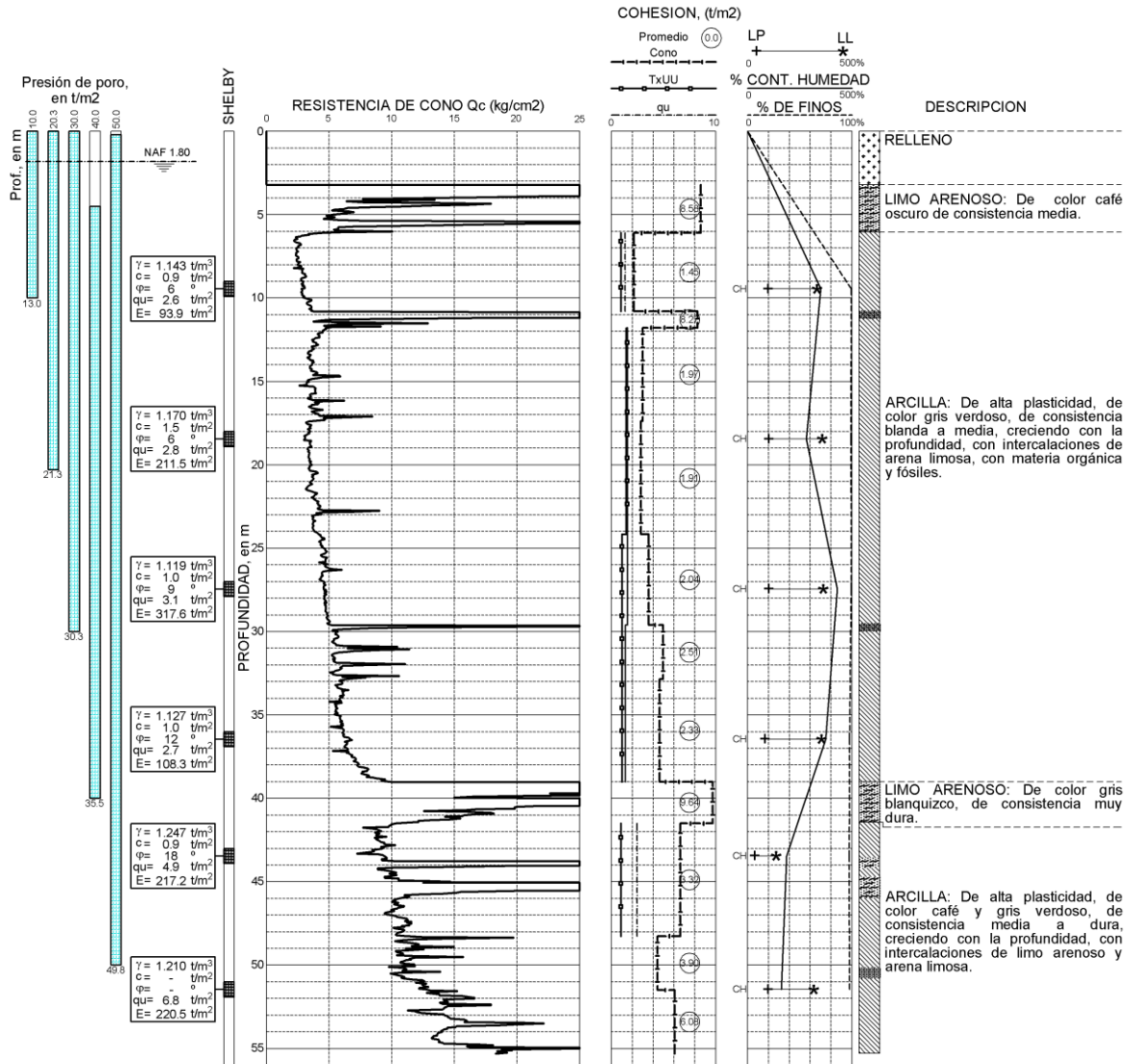


Figura IV-12. Perfil estratigráfico. NAF 3.00 m.

#### IV.2.1.1.7 Hidrografía

##### Región hidrológica

El Sistema Ambiental Regional se encuentra en la Región Hidrológica 26 Pánuco. Esta región tiene una superficie de 97,195.727 km<sup>2</sup> desde su nacimiento en el Valle de México, hasta la desembocadura del cauce principal en el Golfo de México. Comprende parte de la Ciudad de México y los estados de Guanajuato, Hidalgo, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz, así como pequeñas porciones de los estados de Nuevo León, Puebla y Tlaxcala. Esta Región hidrológica se dividió en 77 subcuencas hidrológicas, cuyo escurrimiento medio anual es de 20,223.564 millones de metros cúbicos (DOF, 2018).

##### Cuenca hidrológica

La Cuenca Río Moctezuma, es donde se ubica el Sistema Ambiental Regional. Esta cuenca cubre una superficie de 6,508 km<sup>2</sup>, sus principales afluentes son los ríos Extóraz y San Juan, así como los arroyos Seco y Galindo. El Río Moctezuma es el afluente más caudaloso dentro del acuífero, es perenne y desemboca en el Río Pánuco (CONAGUA 2015). Limita al noreste, este y sureste con el acuífero Zimapán, ubicado en el Estado de Hidalgo; al norte, noroeste, oeste, suroeste y sur con el acuífero Tolimán, del Estado de Querétaro.

El Río Moctezuma cambia de nombre a lo largo de su recorrido, adoptando el nombre de Moctezuma en el Valle de México, sirviendo como canal de desagüe para el drenaje profundo de la Ciudad de México; posteriormente sus aguas circulan por el Río Tula y pasan por las presas Requena, Endhó y Tlamaco, continuando su recorrido hasta llegar al embalse de la presa de Zimapán, en Hidalgo (CONAGUA, 2015).

De acuerdo con Raisz (1964), la superficie del acuífero se ubica en la Provincia Fisiográfica Sierra Madre Oriental, en la Subprovincia Sierras Altas, la cual está formada por un conjunto de sierras menores de estratos plegados de antiguas rocas sedimentarias marinas (de edad Cretácico y Jurásico Superior), entre las que predominan las calizas y, en segundo término, areniscas y lutitas.

Según la clasificación fisiográfica de la Comisión Nacional del Agua (2015), el acuífero se ubica en la Discontinuidad denominada “Carso Huasteco”. La topografía es abrupta, el relieve montañoso es accidentado y está conformado por grandes sierras alargadas y plegadas con la determinación de la

Disponibilidad de Agua en el Acuífero Moctezuma, Estado de Querétaro 6 orientación preferente noroeste-sureste, constituidas por rocas calcáreo-arcillosa, separados por valles angostos que generalmente corresponden a sinclinales.

### Subcuenca hidrológica

En la Subcuenca Lago de Texcoco y Zumpango, que forma parte de la Cuenca R. Moctezuma, se ubica el Sistema Ambiental Regional. Esta subcuenca forma parte de la cuenca lacustre del valle de México, dentro de un sistema de lagos que comprendían los de Xochimilco, Chalco, Xaltocan y Zumpango, la cual se trataba de un lago de agua salada, que actualmente se encuentra desecado (Moreno, 2007). La superficie total de la subcuenca hidrológica del lago de Texcoco es de más de dos mil kilómetros cuadrados. Corresponde a la subcuenca del lago de Texcoco-Zumpango, de la región hidrológica del río Pánuco (DOF, 2018).

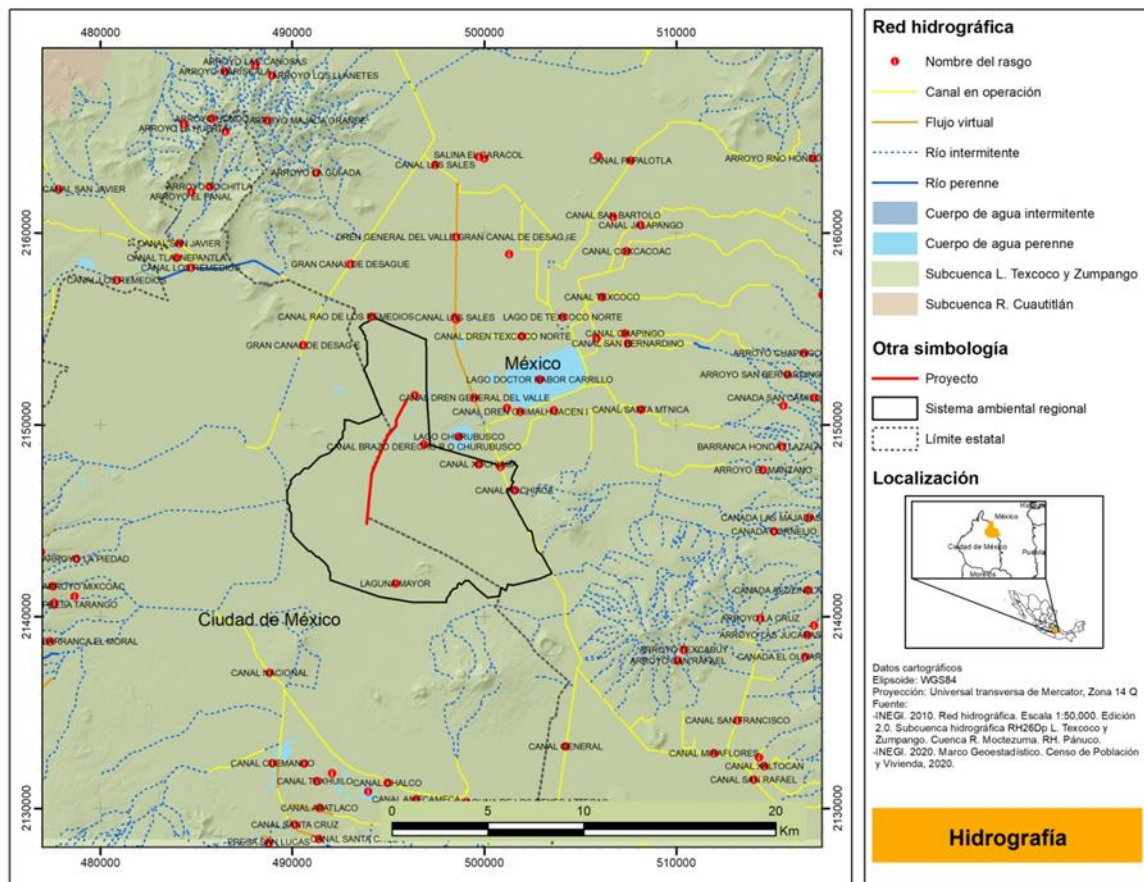
En temporada de lluvia, el lago se unía con los otros cuatro, que se localizaban entre las cadenas montañosas que rodean el valle, al norte del lago de Texcoco se localizaban dos pequeñas lagunas de agua salada, Xaltocan y Zumpango (Moreno, 2007). El lago de Texcoco se alimentaba de las aguas provenientes de dos cadenas montañosas que lo circundaban, al poniente, se localiza la sierra de las Cruces, de donde actualmente escurren todavía los ríos Magdalena, Becerra, Barranca del Muerto, Eslava, Mixcoac y San Ángel. Por el oriente, numerosos arroyos bajaban de las nieves de la Sierra Nevada por el rumbo de Texcoco, Chimalhuacán y Atenco. Entre estos ríos estaban el Coatepec y el Chapingo. Sus límites sur y norte estaban señalados por la Sierra de Guadalupe y la de Santa Catarina, cuyas aguas solo contribuían al lago en temporada de lluvia, puesto que no alojaban el nacimiento de ninguna corriente permanente (Moreno, 2007).

La subcuenca Lago de Texcoco y Zumpango es una cuenca cerrada, también llamada cuenca endorreica. Es un tipo de cuenca que no tiene salida al mar, y el flujo de superficie se acumula en lagos o sumideros no conectados por cauces superficiales con otras corrientes de la cuenca (Cotler y Garrido *et al.*, 2007).

**Cuerpos de agua**

En el Sistema Ambiental Regional se presentan tres tipos de cuerpos de agua de acuerdo con la cartografía de Cuerpos de Agua, escala 1:50,000, del INEGI (2009): terreno sujeto a inundación, estanque y canales. Estos elementos se localizan en la parte norte del SAR.

En la siguiente figura se presentan los rasgos hidrológicos e hidrográficos del SAR.



**Figura IV-13. Hidrografía donde se encuentra el SAR.**

El terreno sujeto a inundación es una extensión de tierra que se anega temporalmente, hasta que la infiltración y/o evaporación la desecan. El terreno está compuesto primariamente de material depositado no consolidado, derivado de sedimentos transportados por el río más cercano en cuestión. Se ubican en zonas adyacentes a ríos o a cursos de agua, por lo tanto, representan un peligro para las actividades de desarrollo (DryMA, 1993).

El canal es un cauce artificial empleado para irrigación, transporte de aguas residuales o conducción en sistemas de abastecimiento. En el SAR, los canales rodean a el terreno sujeto a inundación.

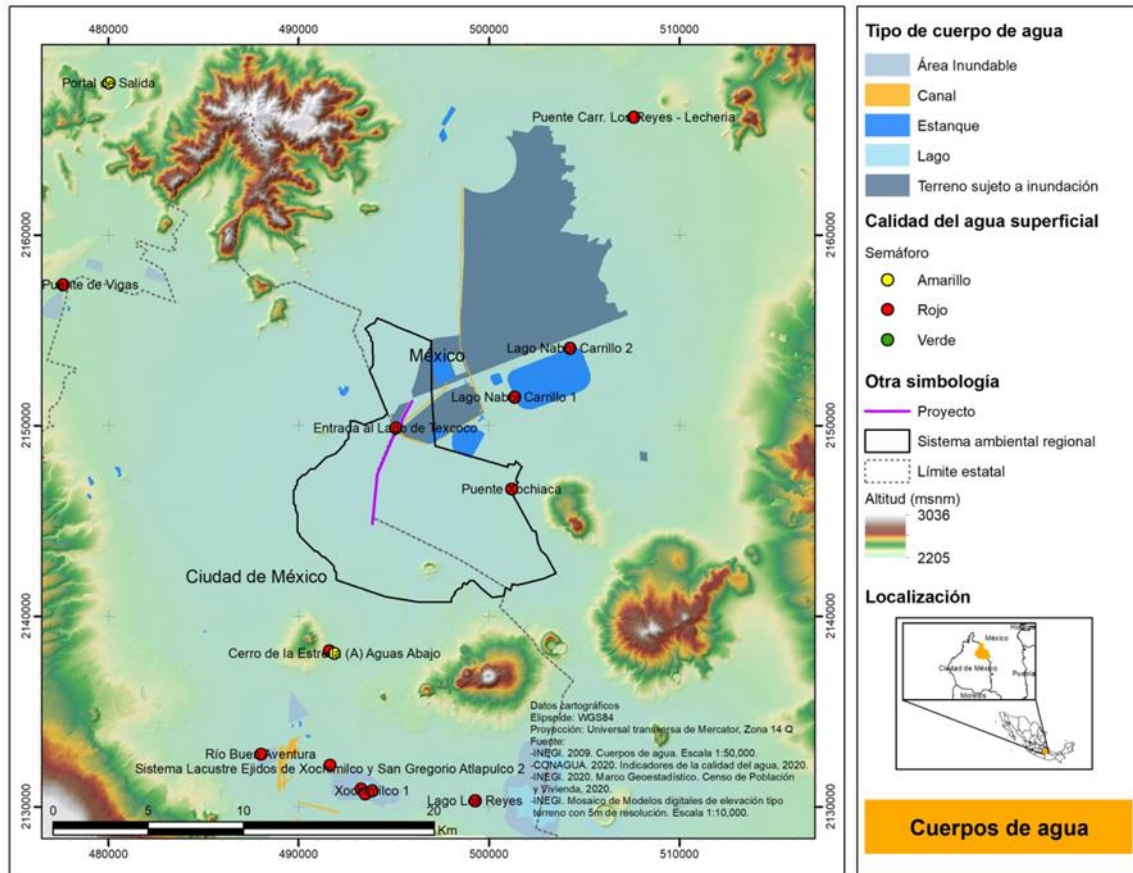
El estanque se define como un depósito de agua a cielo abierto, revestido en sus paredes y fondo con un material impermeable. Se encuentra a un costado dentro del terreno sujeto a inundación.

De acuerdo con CONAGUA (2020), en el Sistema Ambiental Regional hay dos sitios donde se ha evaluado la calidad del agua superficial. El primero, el sitio denominado Puente Xochiaca, ubicado en el Río de la Compañía, canal que va paralelo al extremo este del SAR, y el segundo es el sitio Entrada al Lago de Texcoco, localizado en el Río Churubusco, canal que es atravesado por el proyecto. Ambos sitios evaluados están en semáforo rojo, lo que indica que el nivel de contaminación no es aceptable de acuerdo con los contaminantes presentes en el cuerpo de agua. En la siguiente tabla se muestran los contaminantes presentes en incumplimiento para cada sitio evaluado.

**Tabla IV-6. Nivel de contaminación según los contaminantes presentes en los cuerpos de agua.**

Sitio	Puente Xochiaca	Entrada al lago Texcoco
Cuerpo de agua	Río de la Compañía	Río Churubusco
Grupo	Lótico	Lótico
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/l) / Clasificación	183.5 / Fuertemente contaminada	108.5 / Contaminada
Demanda Química de Oxígeno (mg/l) / Clasificación	379.63 / Fuertemente contaminada	265.85 / Fuertemente contaminada
Coliformes fecales (No. más probable por 10 ml) / Clasificación	2419600 / Fuertemente contaminada	241960 / Fuertemente contaminada
<i>E. coli</i> (No. más probable por 100 ml) / Clasificación	2419600 / Fuertemente contaminada	241960 / Fuertemente contaminada
% de saturación de oxígeno disuelto / Clasificación	15.3 / Contaminada	5 / Fuertemente contaminada
Toxicidad Vibrio Fisheri 15 min. (unidades de toxicidad) / Clasificación	1.874 / Toxicidad moderada	10.797 / Toxicidad alta
Semáforo	Rojo	Rojo

Fuente. Conagua, 2020.

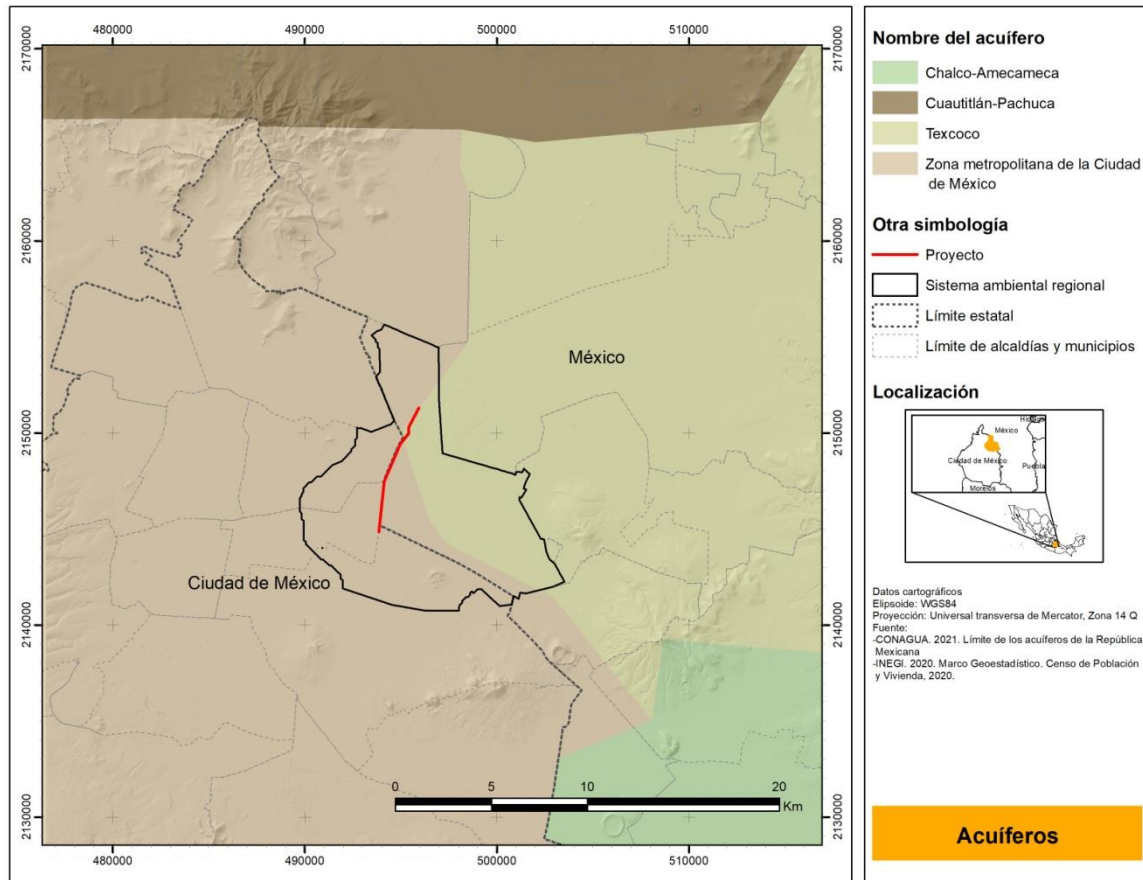


**Figura IV-14. Cuerpos de agua e indicadores de calidad del agua superficial.**

#### IV.2.1.1.8 Agua subterránea

A nivel mundial, poco menos del 3 % del agua del planeta corresponde a agua dulce, de esta cantidad el 21 % esta almacenada en el subsuelo. En México, el subsuelo aloja 653 acuíferos, de los cuales 101 están sobreexplotados y 76 en riesgo de sobreexplotación (CONAGUA, 2021).

El Sistema Ambiental Regional se ubica sobre dos acuíferos, el denominado Zona metropolitana de la Ciudad de México, que abarca el 66.17 % del territorio del SAR, y el de Texcoco que ocupa el 33.83% de la superficie restante (siguiente Figura).



**Figura IV-15. Acuíferos donde se ubica el SAR.**

De acuerdo con CONAGUA (2020), el acuífero 0901 Zona metropolitana de la Ciudad de México tiene una superficie de 2,103.65 km<sup>2</sup>, pertenece a la región administrativa XII Aguas del Valle de México. Representa el 17% de la cuenca endorreica del Valle de México y abarca la totalidad de la Ciudad de México y una parte del Estado de México.

La ciudad y el acuífero están separados en su mayor parte por un acuitardo arcilloso, con un espesor alrededor de 50 m. El acuífero presenta profundidades mayores a 800 m y se encuentran pozos con profundidades que oscilan entre 100 y 400 m.

Este acuífero es recargado por las infiltraciones de la precipitación, siendo las sierras circundantes las áreas de recarga más importantes. La extracción del agua subterránea es del orden de 50 m<sup>3</sup>/s a través de obras hidráulicas, representando cerca del 70 % del abastecimiento de la ciudad. Este



acuífero presenta una recarga total media anual de 512.8 Mm<sup>3</sup>/a; un volumen de extracción de aguas subterráneas de 1,020.03 Mm<sup>3</sup>/a, presentando un déficit en la disponibilidad media anual de agua en el subsuelo de -507.23 Mm<sup>3</sup>/a.

Según la CONAGUA (2020a), el acuífero 1507 Texcoco presenta una superficie de 933.57 km<sup>2</sup> y pertenece a la región administrativa XII Aguas del Valle de México. Se ubica en la región centro oriental del Estado de México y comprende en su totalidad los municipios de Chicoloapan, Chimalhuacán Chiconcuac, Papalotla y Texcoco; casi la totalidad de Atenco, Chiautla, Ixtapaluca, Nezahualcóyotl, La Paz y Tepetlaoxtoc; pequeñas porciones de Acolman, Ecatepec y Tezoyuca. El acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 1. El uso principal del agua es público-urbano.

El sistema hidrográfico del acuífero Texcoco está integrado por escurrimientos efímeros e intermitentes de carácter torrencial, con avenidas de corta duración y arroyos secos durante el estiaje. En el área del acuífero se distinguen nueve cuencas, cuyos cauces principales descienden de la Sierra Nevada y confluyen en la zona federal del Ex lago de Texcoco y su destino final es el Dren Colector del Valle, que se une finalmente con las aguas residuales de la Ciudad de México.

Con una recarga total media anual de 145.1 Mm<sup>3</sup>/a y un volumen de extracción de aguas subterráneas de 245.72 Mm<sup>3</sup>/a más la descarga natural comprometida de 10.4 Mm<sup>3</sup>/a, el déficit en la disponibilidad media anual de agua en el subsuelo es de -111.02 Mm<sup>3</sup>/a (siguiente Tabla)

**Tabla IV-7. Balance de agua subterránea de los acuíferos donde se ubica el SAR.**

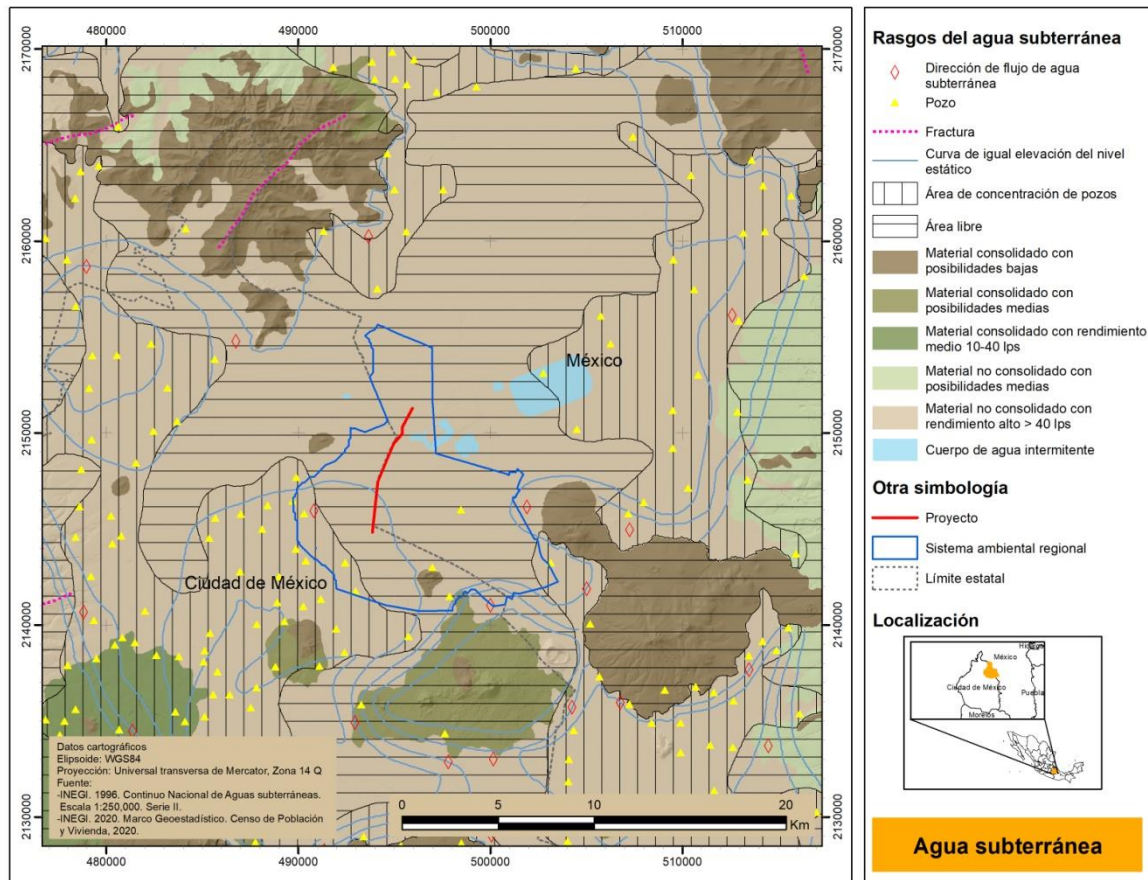
	Zona metropolitana de la Ciudad de México (0901) (Mm <sup>3</sup> /a)	Texcoco (1507) (Mm <sup>3</sup> /a)
Recarga total media anual	512.8	145.1
Descarga Natural Comprometida	0	10.4
Volumen de extracción de agua subterránea	1020.03	245.72
Disponibilidad media anual	-507.23	-111.02

Fuente: CONAGUA, 2020.

En el Sistema Ambiental Regional se presentan curvas de igual elevación del nivel estático, lo cual se refiere cuando la cantidad de agua subterránea almacenada aumenta, el nivel freático del suelo aumenta, y cuando este almacenamiento disminuye, el nivel freático lo hace de igual manera. En la

porción central del acuífero Zona metropolitana de la Ciudad de México, las elevaciones del nivel estático fluctúan entre 2,185 y 2,200 msnm (CONAGUA, 2020).

La dirección del flujo de agua subterránea tiene un azimut de 175. La dirección de flujo de agua subterránea es una unidad natural y coherente, en espacio y tiempo, consistente de calidad fisicoquímica particular, que circula por materiales geológicos con expresión geomorfológica, vegetación y suelo particular (Alconada y Rayneiro et al., 2001). Las aguas subterráneas tienden a moverse de los puntos más bajos a los puntos más altos (Sánchez, 2017). En realidad, el agua se moverá de los puntos en los que el suelo tiene más energía, hacia aquellos en los que tenga menor (Sánchez, 2017). Este supuesto se llama potencial hidráulico.



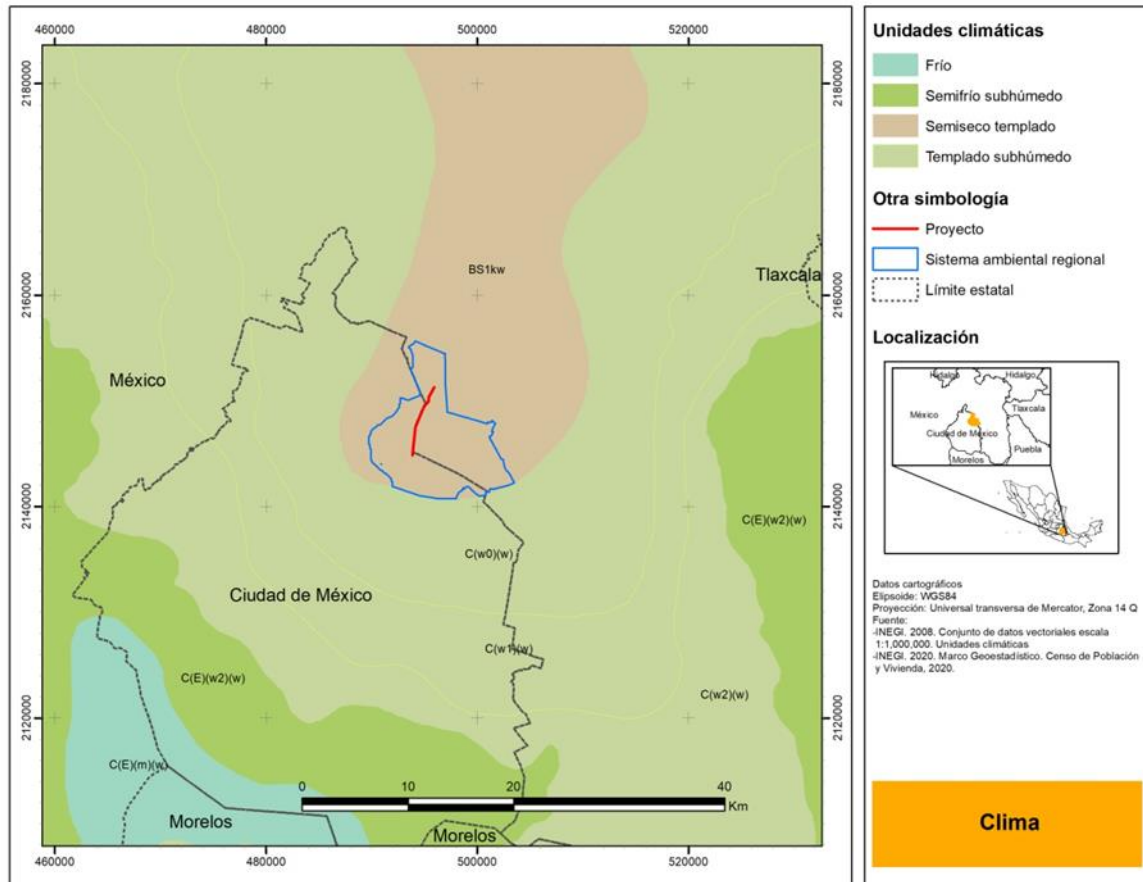
**Figura IV-16. Rasgos del agua subterránea donde se ubica el SAR.**

La mayor superficie del Sistema Ambiental Regional es un área libre de pozos, mientras que el extremo suroeste del SAR presenta un área de concentración de pozos. Se distingue un área de concentración de pozos como aquel lugar o superficie que contiene más de tres pozos de exploración (INEGI, 1998). En el SAR se distribuyen 6 pozos, los cuales son perforaciones construidas en el suelo, generalmente mediante un barreno agrológico hasta una profundidad tal que exceda el nivel freático mínimo esperado.

La totalidad de la superficie del SAR presenta material no consolidado con rendimiento alto >40 lps, la cual es una unidad constituida por suelos, arenas, gravas, conglomerados y/o tobas arenosas mal compactadas que presentan alta permeabilidad y capacidad de almacenar agua debido a su porosidad, bajo grado de cementación. Las obras de explotación existentes en esta unidad tienen rendimiento promedio superior a 40 litros por segundo (INEGI, 2012).

#### IV.2.1.1.9 Clima

En el Sistema Ambiental Regional predomina el clima BS1kw (siguiente Figura), semiseco templado con verano cálido (García y CONABIO, 1998). Este clima es el menos seco de los semiáridos, se caracteriza por tener una temperatura media anual entre 12°C y 18°C, la temperatura del mes más frío oscila entre -3°C y 18°C, la temperatura del mes más caliente es <22°C. Característico de lluvias en verano y porcentaje de lluvia invernal del 5 % al 10.2% del total anual (Orellana y Espadas *et al.*, 2003; Jiménez y González, 2011).

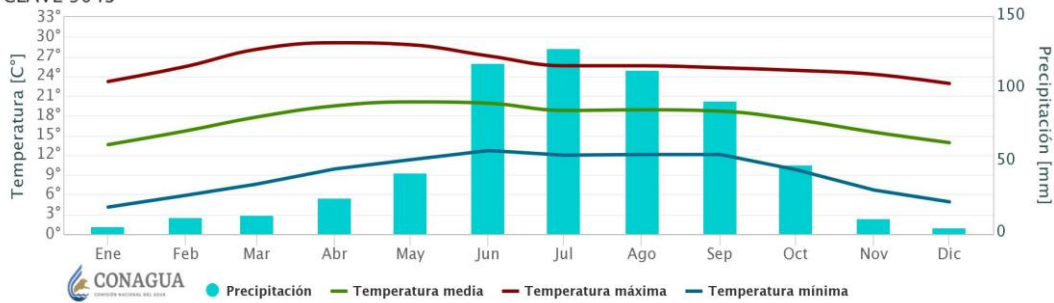


**Figura IV-17. Unidades climáticas donde se ubica el SAR.**

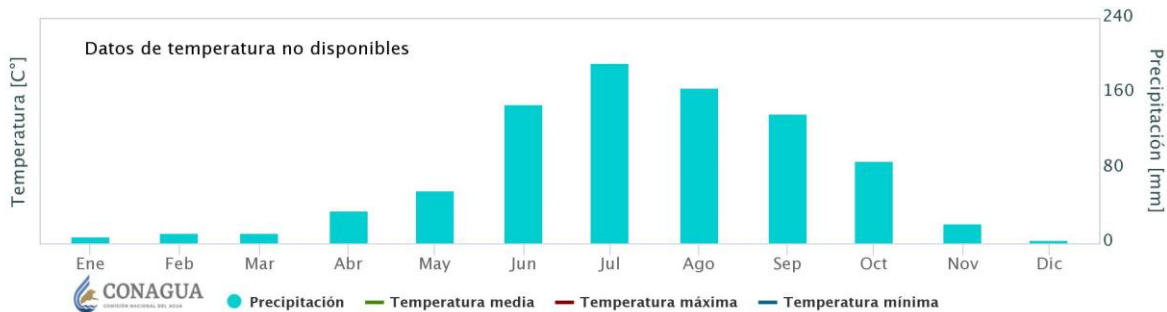
La estación climatológica San Juan de Aragón (9043) reporta una temperatura media, en un periodo de 30 años, de 18.8°C, una temperatura máxima de 25.6°C y una temperatura mínima de 12°C, presentándose las más altas temperaturas en los meses de abril y mayo y las temperaturas mínimas en diciembre y enero.

En el SAR, con base en las estaciones de san Juan de Aragón (9043) y Nezahualcóyotl (15061), la variabilidad anual de la precipitación indica una estación húmeda en verano siendo desde mayo a octubre los de mayor precipitación y una temporada seca desde noviembre a abril. En la estación de San Juan de Aragón (9043) el mes de Julio es el más lluvioso con 129 mm y el mes más seco es diciembre con 4.8 mm, mientras que en la estación de Nezahualcóyotl (15061) el mes de julio reporta una precipitación media histórica de 193 mm y el mes más seco es de 4.1 mm en diciembre.

CLIMOGRAMA [1981–2010]: ESTACIÓN SAN JUAN DE ARAGON, DISTRITO FEDERAL (19.4653, -99.0792).  
CLAVE 9043



CLIMOGRAMA [1981–2010]: ESTACIÓN NEZAHUALCOYOTL, MEXICO (19.4158, -99.0456). CLAVE 15061



**Figura IV-18. Climogramas históricos de las estaciones meteorológicas presentes en el SAR.**

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional. Climogramas 1981-2010.

**IV.2.1.1.10 Análisis de riesgos**

En los siguientes apartados se describen los diversos riesgos a los que está sujeto el SAR.

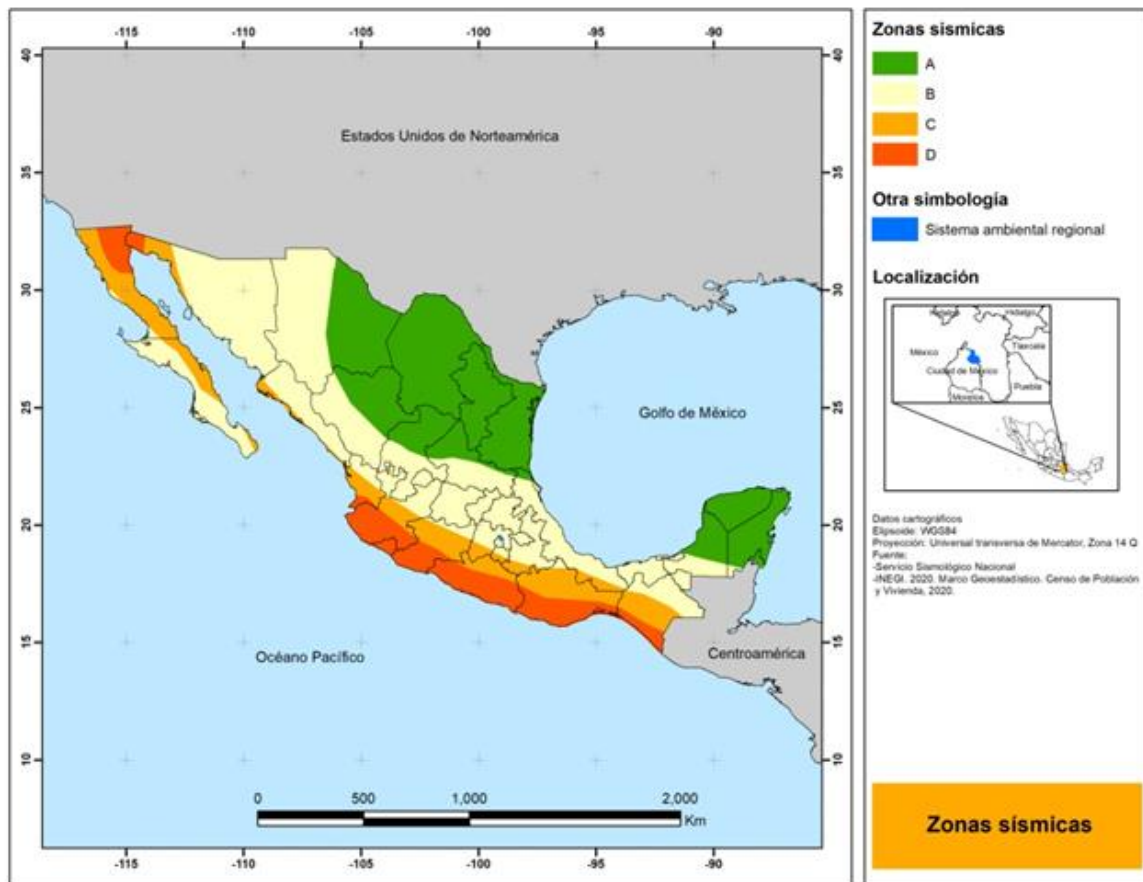
**Riesgos geológicos**

**Riesgo sísmico**

De acuerdo con Protección civil de la Ciudad de México (2021), se denomina riesgo sísmico a la probabilidad de ocurrencia, durante un periodo y lugar determinados, de un sismo que causa ciertas pérdidas o daños. En el riesgo influyen el peligro sísmico, los posibles efectos locales de amplificación de las ondas sísmicas, la vulnerabilidad de las construcciones, la capacidad de respuesta de las Instituciones y autoridades, así como las posibles pérdidas humanas y económicas.

La República Mexicana está situada en el Cinturón Circumpacífico, donde se concentra la mayor actividad sísmica del planeta. La alta sismicidad se debe a la subducción de la placa de Cocos bajo las placas de Norteamérica, el sur y oeste de México, y la del Caribe en el suroeste.

El territorio mexicano se encuentra dividido en cuatro zonas sísmicas, las cuales denotan la frecuencia con la que ocurren los sismos en la región y la máxima aceleración del suelo a esperar durante un sismo. De acuerdo con esta regionalización sísmica, el territorio donde se ubica el Sistema Ambiental Regional se encuentra en la zona B, la cual es una zona intermedia donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70 % de la aceleración del suelo (SGM, 2021).

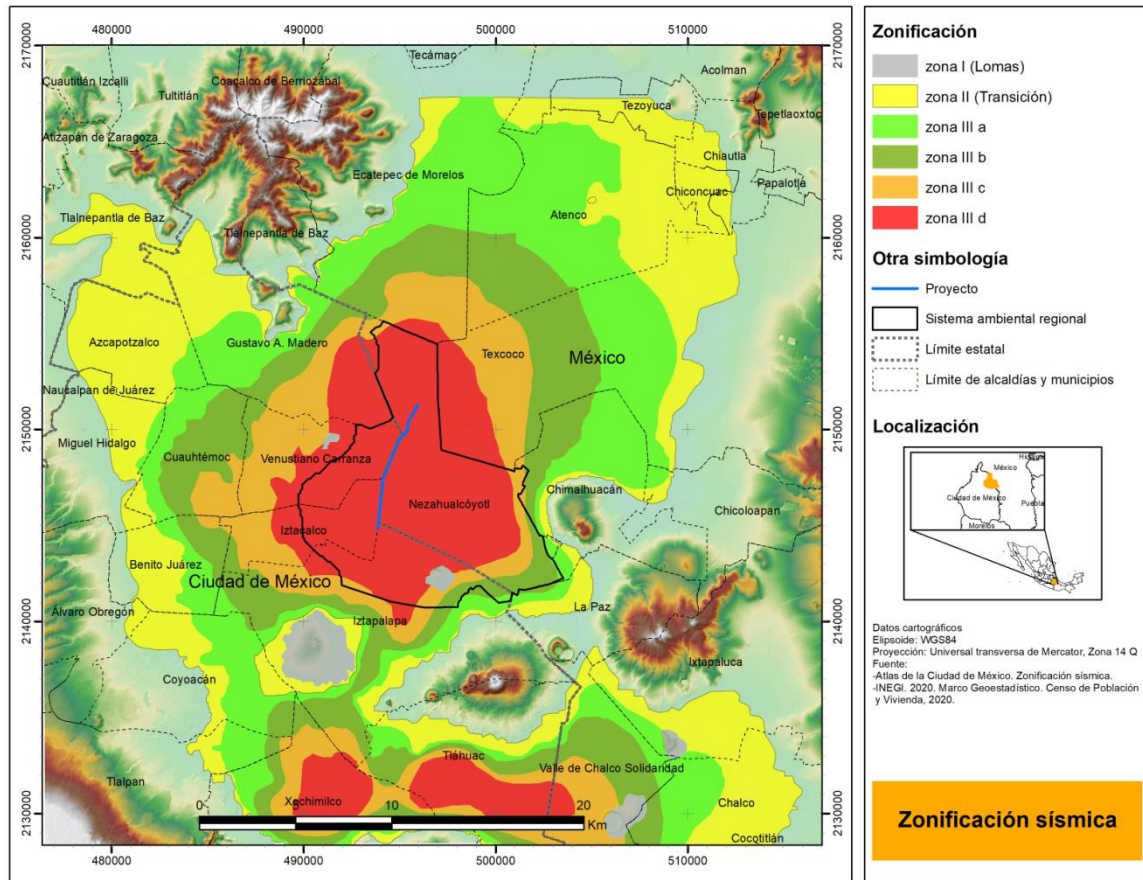


**Figura IV-19. Zonas sísmicas de la República Mexicana.**

A pesar de que la Ciudad de México se ubica en la zona B, fuera de las zonas epicentrales que se ubican en diversos puntos del Pacífico, debido a la cercanía y a las condiciones del subsuelo del Valle de México, se puede tratar como una zona sísmica en la que se distinguen tres zonas de acuerdo con el tipo de suelo, con base en la zonificación sísmica del Atlas de la Ciudad de México.

- Zona I (Lomas): Formada por rocas o suelos generalmente firmes que fueron depositados fuera del ambiente lacustre, pero en los que pueden existir, superficialmente o intercalados, depósitos arenosos en estado suelto o cohesivos relativamente blandos.
- Zona II (Transición): Constituida predominantemente por estratos arenosos y limo arenosos intercalados con capas de arcilla lacustre, los depósitos profundos se encuentran a 20 m de profundidad.
- Zona III A: Lacustre, integrada por potentes depósitos de arcilla altamente compresible, separados por capas arenosas con contenido diverso de limo y arcilla, capas arenosas son de consistencia firme a muy dura.
- Zona III B: Lacustre, integrada por potentes depósitos de arcilla altamente compresible, separados con capas arenosas con contenido diverso de limo y arcilla
- Zona III C: Lacustre, integrada por potentes depósitos de arcilla altamente compresible, separadas por capas arenosas con contenido diverso de limo y arcilla, capas arenosas son de consistencia firme a muy dura.
- Zona III D: Lacustre, integrada por potentes depósitos de arcilla altamente compresible, separadas por capas arenosas con contenido diverso de limo y arcilla, capas arenosas son de consistencia firme a muy dura.

Por lo anterior, el Sistema Ambiental Regional y el proyecto se ubican en la Zona III, principalmente en la zona D y en menor medida la C, B y A. Es un suelo de origen lacustre, integrado por potentes depósitos de arcilla altamente compresible, separadas por capas arenosas con contenido diverso de limo y arcilla, capas arenosas de consistencia firme a muy dura (siguiente Figura).



**Figura IV-20. Zonas sísmicas de la Ciudad de México.**

México es frecuentemente afectado por actividad sísmica. Con base en el servicio Sismológico Nacional (2021), en el año 2020, fueron reportados más de 30,000 sismos, mientras que hasta noviembre de 2021 han ocurrido más de 24,000 sismos. Los de mayor frecuencia son de baja intensidad, sin embargo, en el periodo de 1990 a 2021 se han presentado 17 sismos con magnitud 7-7.9 y 2 sismos con magnitud de 8-8.9, los cuales han representado de mayor afectación en la Ciudad de México (siguiente Figura).



ESTADÍSTICAS DE LOS SISMOS REPORTADOS POR EL SSN

AÑO	TOTAL DE SISMOS	MAGNITUD							
		No calculable*	0 - 2.9	3 - 3.9	4 - 4.9	5 - 5.9	6 - 6.9	7 - 7.9	8 - 8.9
1990	796	1	12	247	510	24	2	0	0
1991	728	4	2	183	509	29	1	0	0
1992	614	1	4	184	398	27	0	0	0
1993	916	1	47	274	548	40	5	1	0
1994	622	0	20	192	383	24	3	0	0
1995	678	0	17	188	438	26	6	2	1
1996	789	0	8	203	543	32	2	1	0
1997	1019	13	44	388	533	34	6	1	0
1998	1024	2	11	453	532	21	5	0	0
1999	1099	1	12	542	527	11	4	2	0
2000	1052	9	28	463	531	18	2	1	0
2001	1344	9	8	704	585	32	6	0	0
2002	1689	0	4	880	761	40	4	0	0
2003	1323	0	5	728	568	18	3	1	0
2004	1347	0	2	670	639	33	3	0	0
2005	1210	0	1	678	514	17	0	0	0
2006	1356	0	0	792	544	19	1	0	0
2007	1528	0	1	728	764	33	2	0	0
2008	1958	0	7	1154	780	15	2	0	0
2009	2301	0	5	1648	610	37	1	0	0
2010	3462	0	23	2454	954	27	3	1	0
2011	4272	0	44	3357	839	27	5	0	0
2012	5244	1	21	4106	1054	50	10	2	0
2013	5361	0	57	4221	1046	33	4	0	0
2014	7610	1	238	6366	955	42	7	1	0
2015	10947	1	251	9057	1605	30	3	0	0
2016	15547	0	557	13501	1453	29	7	0	0
2017	26564	0	470	21628	4383	79	2	1	1
2018	30407	0	1584	25657	3122	41	2	1	0
2019	26442	0	308	23002	3087	43	2	0	0
2020	30130	0	309	26756	3029	33	2	1	0
2021	24323	0	508	21673	2114	27	0	1	0

Última actualización a las 08:30:00 del 16 de noviembre de 2021 (Tiempo del Centro de México)

\* Magnitud no calculable: en algunos eventos sísmicos localizados (en general, de magnitud pequeña), no es posible establecer con precisión la magnitud con los datos disponibles hasta el momento.

**Figura IV-21. Estadísticas de los sismos reportados por el Servicio Sismológico Nacional.**

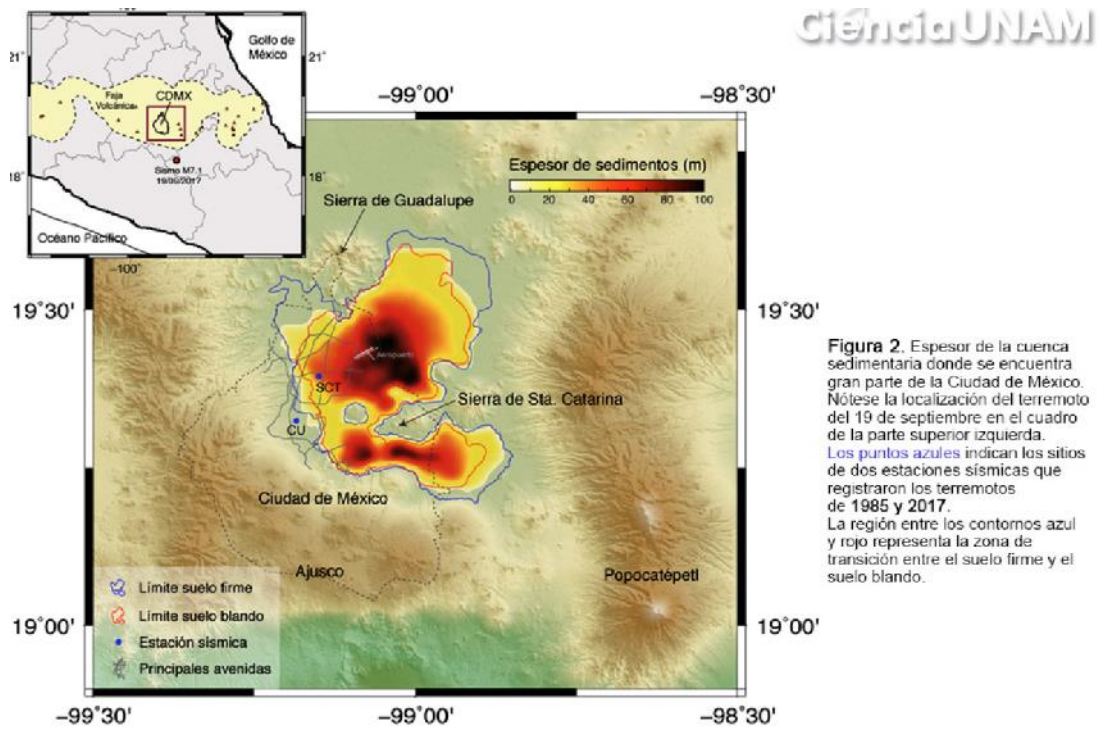
Fuente: Servicio Sismológico Nacional, 2021.

La Ciudad de México ha experimentado varios sismos destructivos con magnitudes de 8.1 y 7.6 el 19 y 20 de septiembre de 1985, así como el 7 de septiembre de 2017 un sismo con magnitud de 8.2 y el 19 de septiembre de 2017 con una magnitud de 7.1., estos últimos, aunque no han sido los de mayor magnitud, si los que más pérdidas han causado por el tamaño, la densidad y lo intrincado de la megalópolis.

De acuerdo con Cruz (2017), la aceleración máxima producida por las ondas sísmicas en 1985 en Ciudad Universitaria fue de 30 gal (1 gal = 1 cm/s<sup>2</sup>), mientras que el 19 de septiembre de 2017, la aceleración máxima en Ciudad Universitaria fue de 57 gal, es decir que en 2017 CU experimentó una sacudida dos veces mayor que en 1985. gran parte del área urbana de la Ciudad de México, esta sobre sedimentos blandos, los cuales provocaron una enorme amplificación de las ondas sísmicas

en la Ciudad de México (Figura IV.22). Asimismo, este autor indica, que las amplificaciones pueden ser 50 veces mayor en la zona del lago que en suelo firme de la Ciudad de México. Indica también que las ondas se amplifican en el suelo firme de la periferia con respecto a lugares lejanos de la Ciudad de México, la amplitud puede ser de 300 a 500 veces mayor en la zona del lago. No obstante, la amplificación es un movimiento muy complejo y variable en el espacio.

El mismo autor indica, como se observa en la siguiente Figura, la existencia de una correlación entre una franja de máxima aceleración al poniente de la cuenca con los edificios colapsados o dañados. Asimismo, existe una correlación entre el espesor de los sedimentos blandos lacustres y los edificios dañados o colapsados, ya que donde se observaron los mayores daños, el sedimento blando tiene un espesor de 10 a 30 m. Y la duración del movimiento del suelo es mayor dentro de los sedimentos blandos.

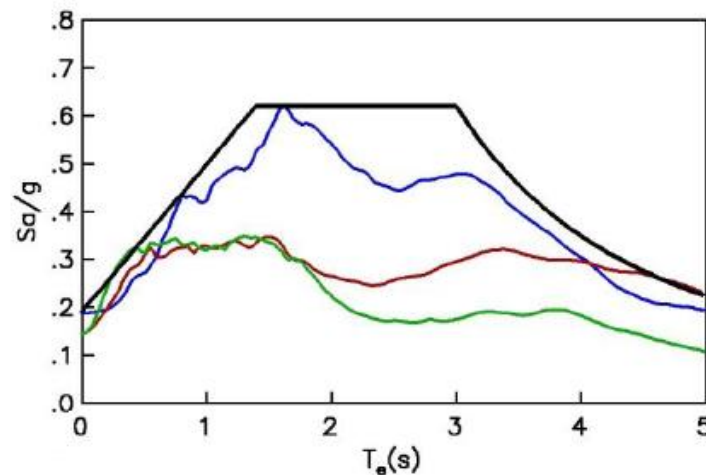


**Figura IV-22. Efectos ocasionados por los sismos de 1985 y 2017 en la zona de la Ciudad de México.**

Fuente: Cruz, 2017. ¿Qué ocurrió el 19 de septiembre de 2017 en México? Ciencia UNAM.

Se obtuvo un espectro sísmico de sitio elaborado por la empresa *Geoexplora, S.A. de C.V.*, donde se caracterizó el espectro de diseño correspondiente al grupo B, resultando los siguientes parámetros de diseño (siguiente Figura).

c	a <sub>o</sub>	T <sub>a</sub> (s)	T <sub>b</sub> (s)	T <sub>c</sub> (s)	k	r
0.62	0.19	1.40	3.0	3.0	1.00	-



**Figura IV-23. Espectro de respuesta sísmica de sitio.**

Se destaca que en el espectro mencionado se ha considerado un coeficiente de comportamiento sísmico  $Q=1$  y sobre resistencia  $R=1$ . Las aceleraciones espectrales deberán ser afectadas por un factor de importancia estructural  $F_i=1.5$ , por tratarse de una estructura del grupo A.

#### *Riegos por subsidencias*

En regiones donde se efectuó extracción de agua subterránea mediante bombeo profundo es común observar hundimientos de la superficie natural del terreno, como es el caso de la Ciudad de México.

El término genérico de subsidencia hace referencia al hundimiento paulatino de la corteza terrestre, continental o submarina, es decir implica el asentamiento de la superficie terrestre en un área extensa debido a varios factores, que pueden ser naturales o causados por el impacto de una gran variedad de actividades humanas (Tomás y Herrera *et al.*, 2009).

Según Scott (1979) se pueden clasificar mediante el mecanismo que desempeñan:

- Las actividades extractivas de mineral en galerías subterráneas.
- La construcción de túneles, la extracción de fluidos (agua, petróleo o gas) acumulados en reservorios subterráneos.

El descenso de nivel freático ocasionado cuando el estiaje (nivel de caudal mínimo que alcanza un río, laguna o cuerpo de agua en algunas épocas del año debido principalmente a sequía) prolongado, ocasiona que la presión que hay entre los poros de suelo disminuya, en la deformación del suelo se ven involucrados, el flujo del agua, la permeabilidad del suelo (Tomás y Herrera *et al.*, 2009).

CENAPRED (2021) reporta que, en lugares donde la subsidencia regional que ocasiona la extracción de agua subterránea, por efectos del abatimiento del nivel de agua freática, antes de construir cualquier estructura de cimentación, resulta necesario efectuar un tratamiento de estas grietas para restablecer la continuidad del terreno en la superficie, pero no sin antes buscar la solución del problema en su origen, mediante la racionalización de la extracción del agua subterránea.

En zonas donde se encuentra abatido el nivel del agua subterránea, y las formaciones geológicas superficiales las constituyen sedimentos no consolidados y compresibles, es común que se desarrollen grietas en la superficie del terreno natural, las que se propagan a cierta profundidad en el subsuelo, con el consecuente daño que sufren las construcciones de cualquier tipo y el peligro que esto implica para sus ocupantes (CENAPRED 2021).

Existe daño en las estructuras urbanas cuando se abate la superficie del agua subterránea y se induce en consecuencia un encogimiento de los sedimentos no consolidados compresibles (mientras más compresibles sean los sedimentos, mayor será el efecto de hundimiento regional y el agrietamiento de la superficie del terreno natural).

De acuerdo con la CENAPRED (2021), la magnitud del encogimiento o reducción volumétrica de los sedimentos no consolidados depende directamente de dos factores:

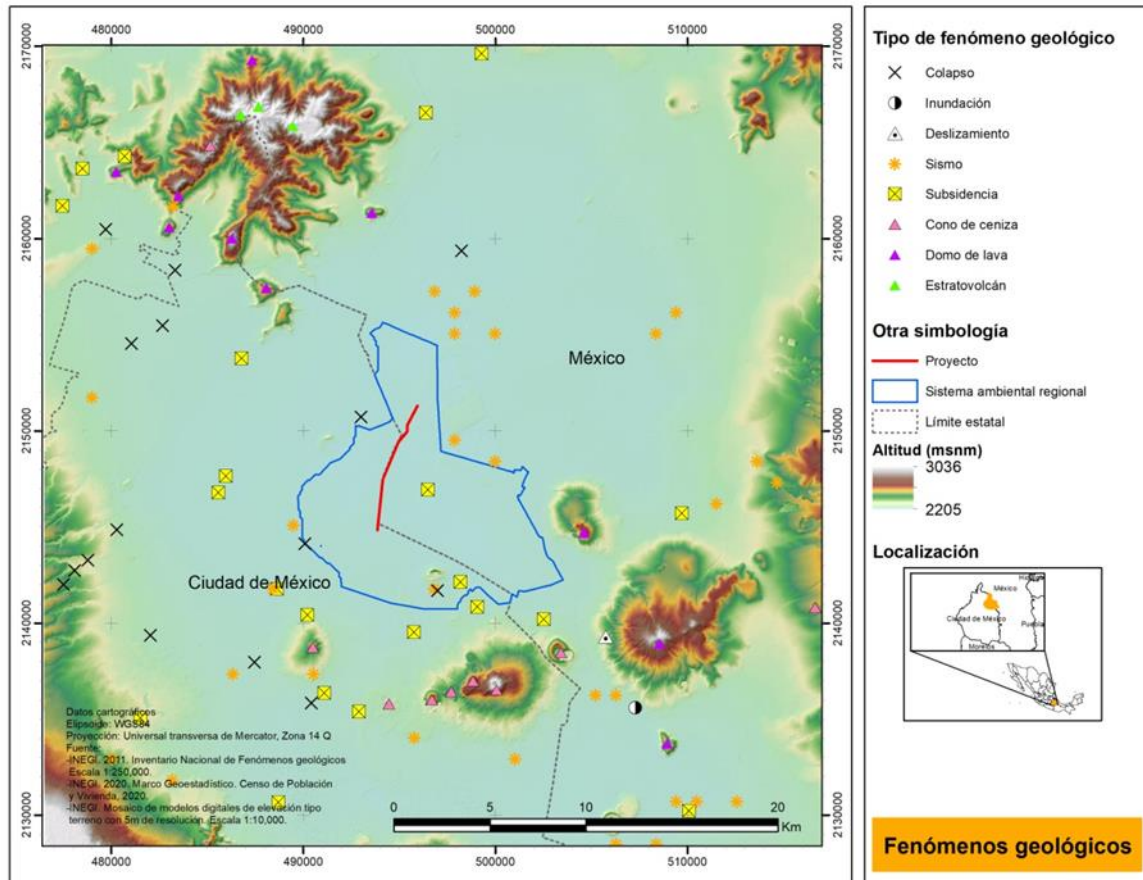
- Las características de compresibilidad de los suelos. Como se mencionó, mientras más compresible sea el suelo, los efectos de subsidencia regional serán de mayor magnitud, y el problema de agrietamiento de la superficie del suelo más crítico.
- Intensidad de la extracción del agua subterránea. Mientras mayor sea el volumen de agua que se extrae del subsuelo, los estragos de la compresión volumétrica serán de mayor proporción, llegando a manifestarse no solamente por el hundimiento del terreno, sino por desplazamientos relativos en el sentido horizontal, que originan la formación de grietas de tensión de manera alarmante y peligrosa para los habitantes.

Las grietas de tensión aparecen cuando en la periferia de las zonas donde se presenta el problema de hundimientos diferenciales se suman los efectos de los desplazamientos verticales y horizontales, lo cual genera que la superficie del terreno natural tiende a agrietarse. Bajo estas circunstancias, es frecuente que las grietas de tensión aparezcan donde además existe un contacto o frontera entre dos o más formaciones geológicas distintas. Un ejemplo de este tipo de problema se encuentra en una parte de la zona oriente de la Ciudad de México, que corresponde a la frontera entre los sedimentos de origen lacustre y algunos cerros como el de El Peñón y el Cerro de Estrella (CENAPRED 2021).

Con base en la cartografía de fenómenos geológicos del INEGI (2011a), en el Sistema Ambiental Regional se han registrado dos subsidencias (siguiente Figura). La primera en el municipio de Nezahualcóyotl, Estado de México, debido al descenso del nivel freático con una intensidad alta y con afectaciones en la infraestructura urbana. La segunda localizada en las alcaldías de Iztapalapa, Iztacalco y Venustiano Carranza en la Ciudad de México, causada por el descenso del nivel freático con una intensidad moderada y afectando la infraestructura urbana.

Los hundimientos locales de la superficie del terreno natural, generalmente manifestados como hundimientos súbitos o colapsos originados por el derrumbe de minas antiguas que se localizan a poca profundidad y que normalmente no se encuentran ubicadas con precisión y confiabilidad (CENAPRED, 2021).

En el Sistema Ambiental Regional, con base en la cartografía de fenómenos geológicos del INEGI (2011a), se localiza en la alcaldía Iztapalapa un colapso debido a erosión subterránea (tubificación) con una intensidad moderada afectando la infraestructura urbana (siguiente Figura).



**Figura IV-24. Fenómenos geológicos en el área del SAR.**

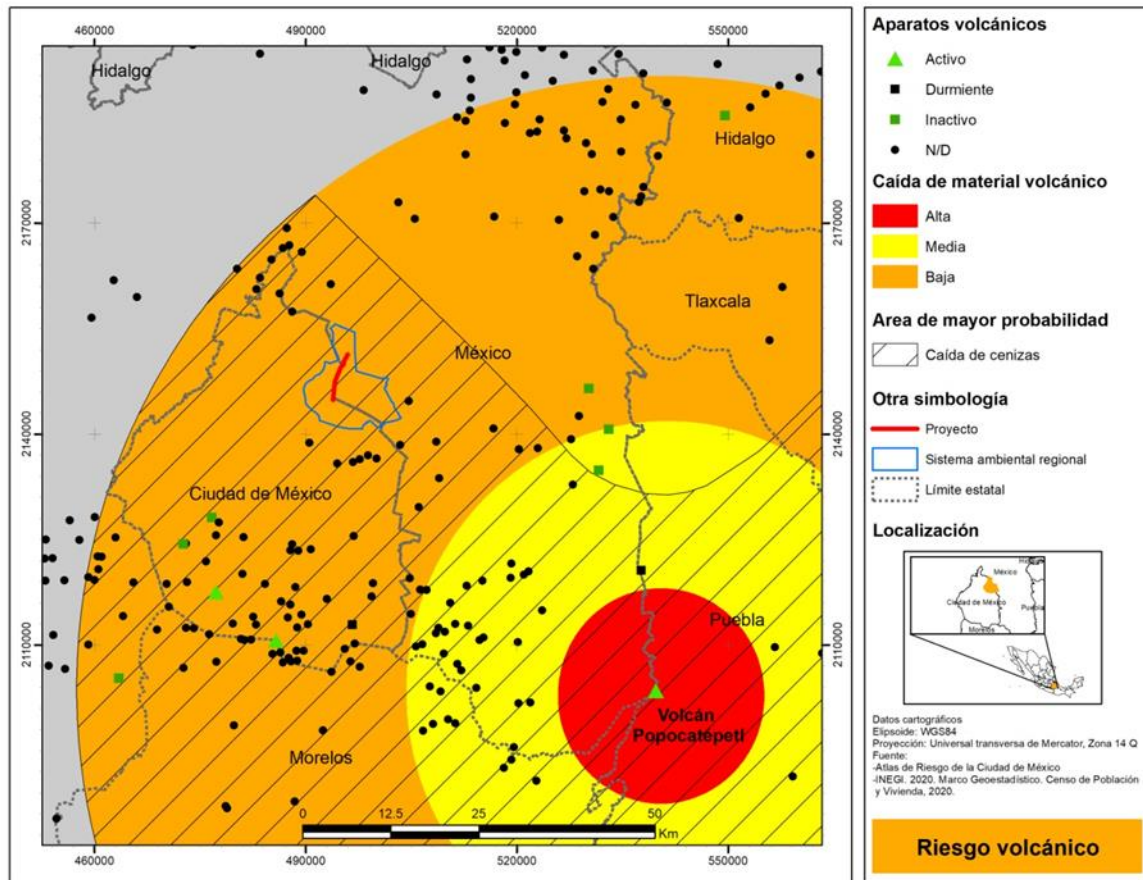
### *Riesgo volcánico*

El área del Sistema Ambiental Regional se encuentra rodeada por una gran cantidad de aparatos volcánicos. Sin embargo, el que se mantiene activo es el volcán Popocatepetl. El Instituto de Geofísica de la UNAM realizó la zonificación de peligro de caída de materiales volcánicos (Atlas de riesgos de la Ciudad de México), clasificándola como sigue:

- Alta: caída de arena volcánica y pómez.
- Media: medianamente afectada por caída de arena volcánica.

- Baja: Poco afectada por la caída de arena volcánica.

Este volcán se localiza a poco más de 54 km de distancia del Sistema Ambiental Regional y a más de 60 km de distancia del proyecto. Sin embargo, el SAR se encuentra en el área de peligro bajo, lo cual se define como poco afectada por la caída de arena volcánica. Asimismo, se ubica en el área de mayor probabilidad de caída de ceniza volcánica (siguiente Figura).



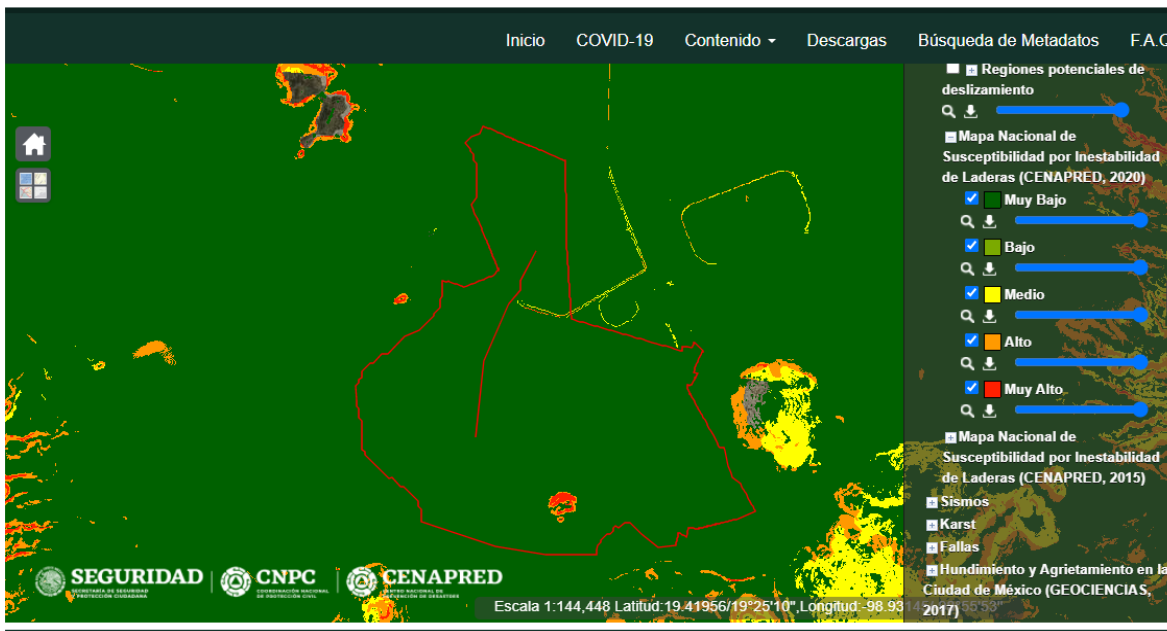
**Figura IV-25. Zonificación de la caída de material volcánico proveniente del volcán Popocatepetl.**

**Riesgo por deslizamiento de laderas**

La inestabilidad del terreno natural se presenta en zonas montañosas, donde la superficie de este presenta diversos grados de inclinación. El grado de inestabilidad está íntimamente relacionado con el origen geológico de las masas térrreas. En este contexto, el problema de inestabilidad se puede

definir como la pérdida de la capacidad del terreno natural para auto sustentarse, lo que deriva en reacomodos y colapsos de este (CENAPRED, 2021).

El Sistema Ambiental Regional esta sobre un área plana, por lo que la susceptibilidad por inestabilidad de laderas es muy baja. En las laderas del canal se observa susceptibilidad media a muy alta. Asimismo, en el cerro ubicado en la alcaldía de Iztapalapa se presenta una susceptibilidad alta a muy alta. El área del proyecto tiene una susceptibilidad muy baja (siguiente Figura).



**Figura IV-26. Susceptibilidad por inestabilidad de laderas en el SAR.**

Fuente: CENAPRED, 2020.

## Riesgos hidrometeorológicos

### Riesgo por ciclones tropicales

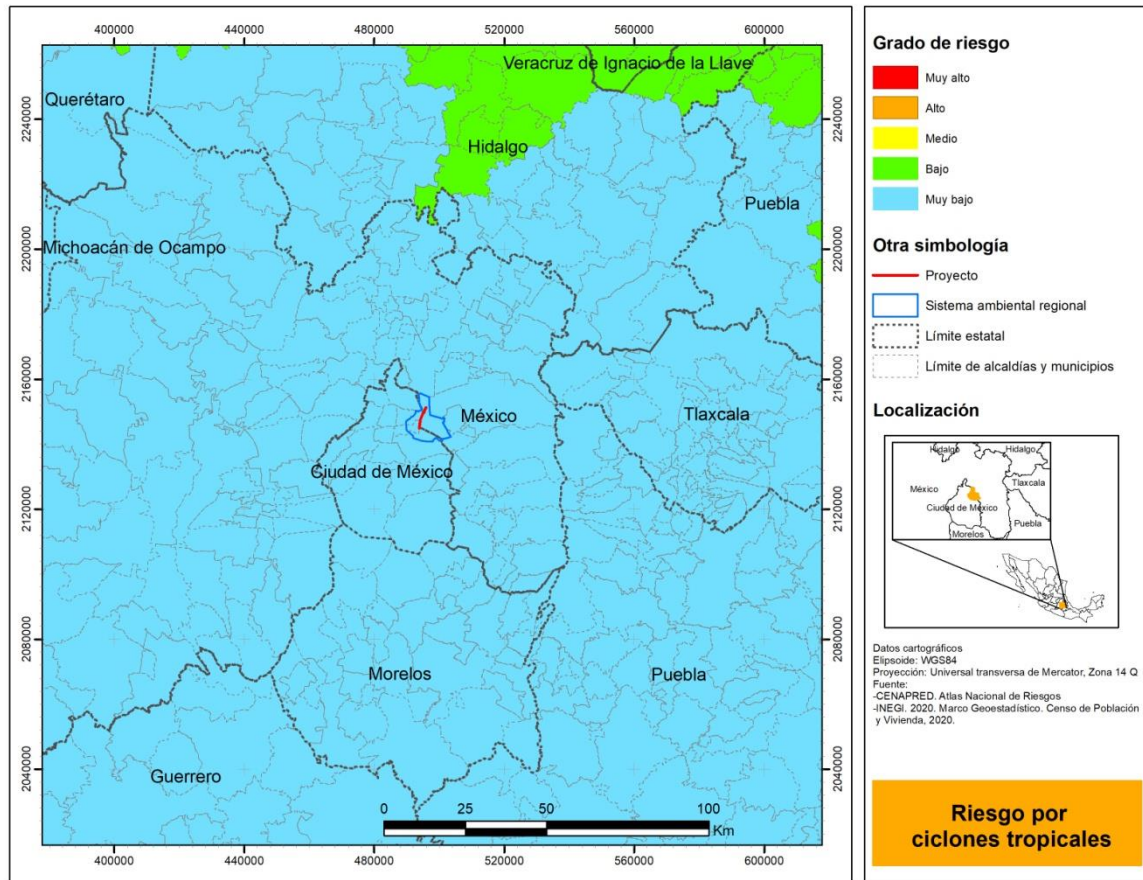
Un ciclón tropical es un sistema atmosférico que consiste en una gran masa de aire cálido y húmedo con fuertes vientos que giran en forma espiral alrededor de una zona de baja presión. Debido al movimiento de rotación de la Tierra, los vientos que convergen hacia la zona de baja presión se mueven en dirección ciclónica, es decir, se mueven hacia el polo del hemisferio en que se encuentran, en el hemisferio norte se desplazan en el sentido contrario a las manecillas del reloj, y en el hemisferio sur en el sentido de las manecillas del reloj. Los ciclones tropicales se originan en



las regiones oceánicas tropicales de nuestro planeta, entre las latitudes 5o y 30o de los hemisferios norte y sur, en las regiones y temporadas donde la temperatura del mar es mayor o igual a 26oC. Las aguas cálidas de los océanos son la fuente principal de energía de los ciclones (Rosengaus *et al.*, 2002, Jiménez-Espinoza *et al.*, 2013).

El efecto destructivo de los ciclones tropicales se debe principalmente al viento, al oleaje, a la marea de tormenta y a la precipitación que ocasionan a lo largo de su trayectoria. Cuando un ciclón se aproxima a la costa puede ocurrir una sobre elevación del nivel medio del mar de más de un metro o marea de tormenta y ocasionar inundaciones en las zonas costeras bajas, de igual manera durante un ciclón tropical las ráfagas de viento actúan en zonas extensas y pueden sobrepasar velocidades de 300 km/h, generando condiciones de oleaje muy severas, así como fuertes tormentas incluso a cientos de kilómetros del centro del ciclón, esto debido a la gran cantidad de humedad que transporta consigo (Rosengaus *et al.*, 2002).

El Sistema Ambiental Regional se localiza en el centro-sur del territorio mexicano, en una región que, de acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos de CENAPRED, tiene un grado de riesgo por ciclones tropicales muy bajo, como se muestra en la siguiente figura.



**Figura IV-27. Riesgo por ciclones tropicales en el área donde se localiza el SAR.**

*Riesgo por inundaciones*

La República Mexicana presenta una alta vulnerabilidad a sufrir los impactos de fenómenos hidrometeorológicos por su ubicación geográfica. Según Serrano (2019), durante el siglo XX, de 253 eventos considerados como desastres, el 80 % fueron derivados de fenómenos hidrometeorológicos, de los cuales el 33 % fueron inundaciones

Serrano (2019) refiere que, la Ciudad de México experimenta lluvias torrenciales que inundan varios puntos en la ciudad. A pesar de que la Ciudad de México es afectada históricamente por inundaciones, con pérdidas humanas, económicas o impactos en la salud, el cambio climático ha intensificado las lluvias. Asimismo, este autor indica que las inundaciones pluviales son aquellas que se originan a consecuencia de la precipitación, su ocurrencia se debe a la saturación del suelo por

parte del agua de lluvia excedente la cual se acumula y puede permanecer desde minutos hasta días en una región determinada.

Debido a la ubicación geográfica de México, una de las causas de las lluvias intensas que generan inundaciones son los ciclones tropicales.

Con base en CENAPRED (2021), en las alcaldías de la Ciudad de México y en los municipios del Estado de México donde se encuentra el Sistema Ambiental Regional se indica precipitaciones máximas históricas (periodo 1941-1997) entre 90 y 100 mm (siguiente Tabla)

**Tabla IV-8. Precipitación máxima en 24 horas en el periodo 1941-1997 en las alcaldías de la Ciudad de México y en los municipios del Estado de México.**

Alcaldías	Precipitación máxima en 24 h. (mm)	Municipios	Precipitación máxima en 24 h. (mm)
Ciudad de México	90	Atizapán de Zaragoza	80
Álvaro Obregón	90	Chalco	100
Azcapotzalco	90	Chimalhuacán	100
Benito Juárez	90	Coacalco	100
Coyoacán	90	Cuautitlán	100
Cuajimalpa	90	Ecatepec	100
Cuauhtémoc	90	Ixtapaluca	100
Gustavo A. Madero	90	Izcalli	100
Iztacalco	90	Los Reyes La Paz	100
Iztapalapa	90	Naucalpan	100
Magdalena Contreras	90	Nezahualcóyotl	100
Miguel Hidalgo	90	Nicolás Romero	100
Milpa Alta	90	Texcoco	100
Tláhuac	90	Tlalnepantla	100
Tlalpan	90		
Venustiano Carranza	90		
Xochimilco	90		

Fuente: CENAPRED, 2021.

Con base en el artículo de Seguridad hídrica en la Ciudad de México: riesgo de inundaciones elaborado por Serrano (2019), se contextualiza la situación histórica de las inundaciones de la Ciudad de México. Las inundaciones han sido un fenómeno histórico recurrente en la Ciudad de

México. Hasta el siglo XVIII el valle de México estaba constituido por cinco lagos: lago México- Texcoco, lago de Xochimilco, lago de Chalco, Lagos de Zumpango y Xaltocan. En la actualidad, y debido a las políticas de desecamiento y del aumento de los asentamientos humanos, solo quedan el lago de Texcoco y el lago de Zumpango.

Las inundaciones en la Ciudad de México se deben a factores como la pérdida de cobertura vegetal, las características propias de los cuerpos de agua, la pendiente y los usos del suelo. Cuya intensidad y frecuencia han sido modificadas por la intervención humana en el paisaje y el tipo de infraestructura, así como los hundimientos de la cuenca del valle de México y su fuerte relación con la sobreexplotación del acuífero.

Las condiciones geográficas de la cuenca han producido inundaciones pluviales, lacustres y fluviales, que, debido al crecimiento acelerado del área urbana, las modificaciones sobre la cuenca y la combinación de los diferentes tipos de agua han generado inundaciones de aguas negras.

La Ciudad de Tenochtitlán experimentaba inundaciones, asimismo, en el periodo colonial, la Ciudad de México sufrió grandes inundaciones que se detectan en los años de 1550, 1580, 1607, 1615. En 1623 se registró una inundación, debido a la suspensión del mantenimiento del túnel en Nochistongo que desviaba las aguas del río Cuautitlán para el cauce del río Tula. En el año 1629, se registró un evento de precipitación pluvial que duró al menos 40 horas, generando una inundación de al menos 2 a 6 pies de profundidad, donde la gente se encontraba atrapada dentro de sus casas y los barrios indígenas fueron prácticamente destruidos y consumidos por la gran inundación; El agua socavó los cimientos y los edificios se volvieron inhabitables, ya sea por inundaciones interiores o por el peligro de colapso.

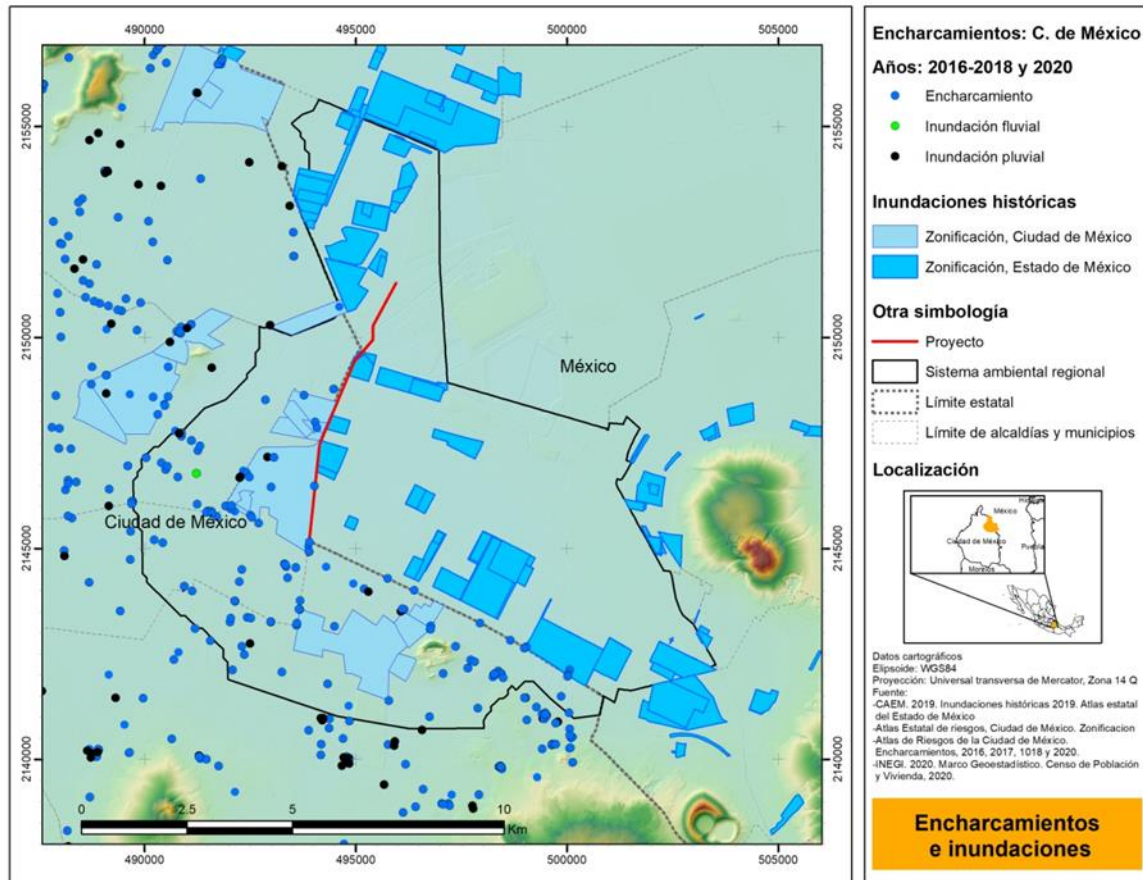
En la época del Porfiriato se construye el Gran Canal para disminuir el peligro de las inundaciones. En 1975 comienza a funcionar el drenaje profundo para evitar el colapso del Gran Canal, ya que perdió su pendiente debido al hundimiento del suelo haciendo necesario el bombeo para que el agua se traslade por el cauce. En 1977, los acuíferos ya estaban sobreexplotados, que junto al aumento de la población generó el hundimiento del suelo de hasta nueve metros. Las acciones fueron la ampliación del sistema hidráulico, sin embargo, por falta de planeación se presentaron fugas y se

deterioraron las instalaciones. A dichos problemas, se les sumó la falta de financiamiento y la falta de coordinación de las responsabilidades para llevar a cabo distintas funciones.

Actualmente, la Ciudad de México drena sus aguas residuales hacia el valle del Mezquital a través del Gran Canal del Desagüe, del Interceptor Poniente y del Emisor Central. La principal entrada de agua al acuífero del valle del Mezquital corresponde a la infiltración a través de canales y retornos de riego de aguas residuales sin tratar provenientes de la Ciudad de México.

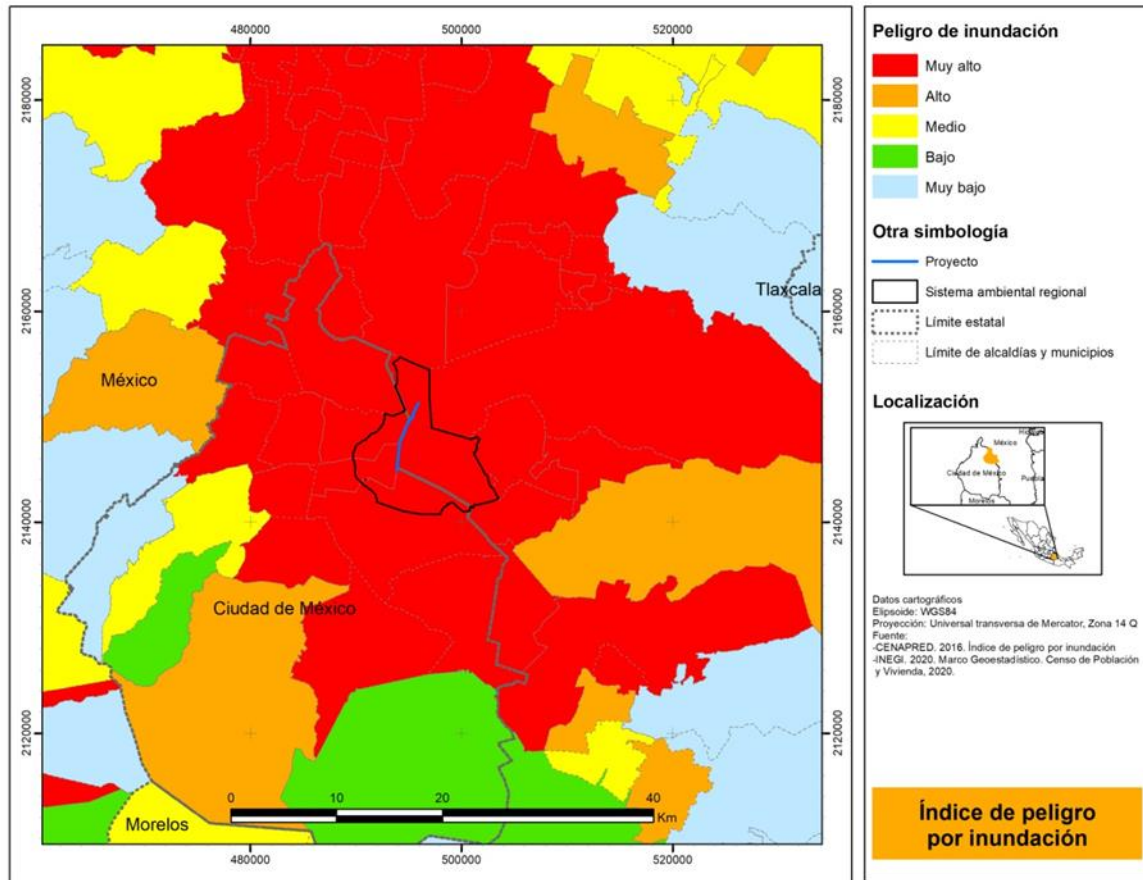
Por último, se indica que las obras hidráulicas, son necesaria, pero insuficientes. Aunado al cambio de uso del suelo, en las zonas de conservación debido a asentamientos irregulares o la tala clandestina, han incrementado la vulnerabilidad ante lluvias torrenciales.

El atlas de riesgos de la Ciudad de México indica las áreas de encharcamientos e inundaciones fluviales y pluviales que han sido registradas en 2016, 2017, 2018 y 2020. Asimismo, el atlas estatal de riesgo del Estado de México y de la Ciudad de México indican una cartografía de los eventos históricos de inundación. Con ambas cartografías se muestra el grado de afectación por inundaciones en el Sistema Ambiental Regional, como en el área del proyecto (siguiente Figura).



**Figura IV-28. Inundaciones históricas y encharamientos de los años 2016, 2017, 2018 y 2020 en la Ciudad de México.**

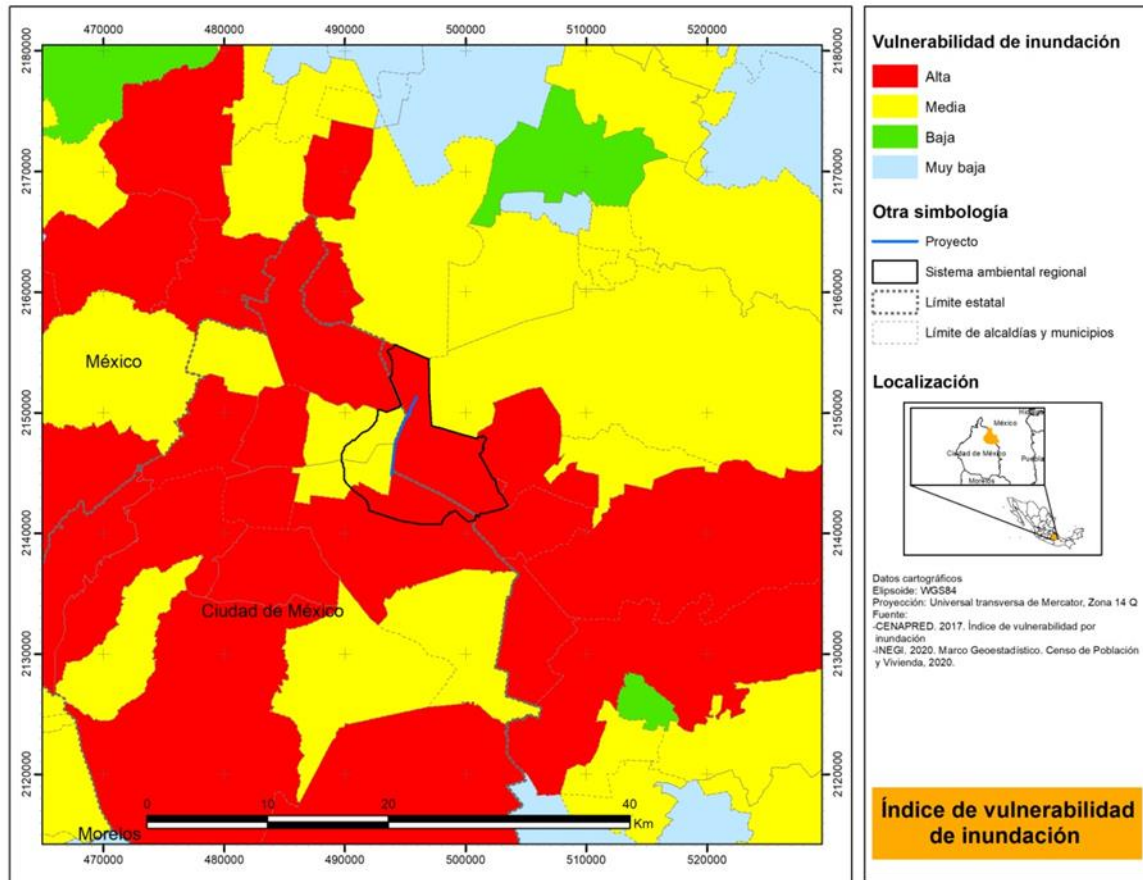
CENAPRED (2021) define como Peligro “la probabilidad de que se presente un evento de cierta intensidad, tal que pueda ocasionar daños en un sitio dado”. Con base en el índice de peligro de inundación por municipio elaborado por la CENAPRED (2016), las alcaldías de Venustiano Carranza, Iztacalco e Iztapalapa en la Ciudad de México y el municipio de Nezahualcóyotl en el Estado de México presentan un índice de peligrosidad muy alto (siguiente Figura). Este índice de riesgo considera la ocurrencia de decesos y el monto de los daños generados por las inundaciones que históricamente se han presentado en cada municipio.



**Figura IV-29. Índice de peligro por inundación donde se ubica el SAR.**

La vulnerabilidad es la medida de susceptibilidad de un bien expuesto a la ocurrencia de un fenómeno perturbador. De dos zonas expuestas, una es más vulnerable si, ante la ocurrencia de fenómenos perturbadores con la misma intensidad, esta experimenta mayores daños (CENAPRED 2021a).

Con base en el índice de vulnerabilidad de inundación por municipio elaborado por la CENAPRED (2017), las alcaldías de Venustiano Carranza e Iztacalco en la Ciudad de México tienen un índice de vulnerabilidad medio, en cambio, la alcaldía de Iztapalapa en la Ciudad de México y el municipio de Nezahualcóyotl en el Estado de México tienen un índice de vulnerabilidad Alto (siguiente Figura). Lo cual sugiere que en estos dos últimos territorios la afectación por inundación tendría mayor afectación.



**Figura IV-30. Índice de vulnerabilidad de inundación donde se ubica el SAR.**

**IV.2.1.2 Medio biótico**

**IV.2.1.2.1 Uso de suelo y Vegetación**

De acuerdo a la cartografía de uso de suelo y vegetación del INEGI (2017), el 81.57 % del Sistema Ambiental Regional está cubierto por asentamientos humanos; el 10.37 está cubierto por pastizal halófilo, incluidos los pastizales de la zona del ex lago de Texcoco y los pastos del aeropuerto Internacional de la Ciudad de México; el 6.04 % de áreas sin vegetación aparente, las cuales incluyen las áreas del ex lago de Texcoco en el norte del SAR y el Área Federal Parque Cuitláhuac en el sur; el 1.44 % de pastizal cultivado correspondiente a la Ciudad Deportiva Magdalena Mixhuca; el 0.58 % a cuerpos de agua ubicados en el área del ex lago de Texcoco, y 0.01 como bosque cultivado, el cual es una inconsistencia de la cartografía.

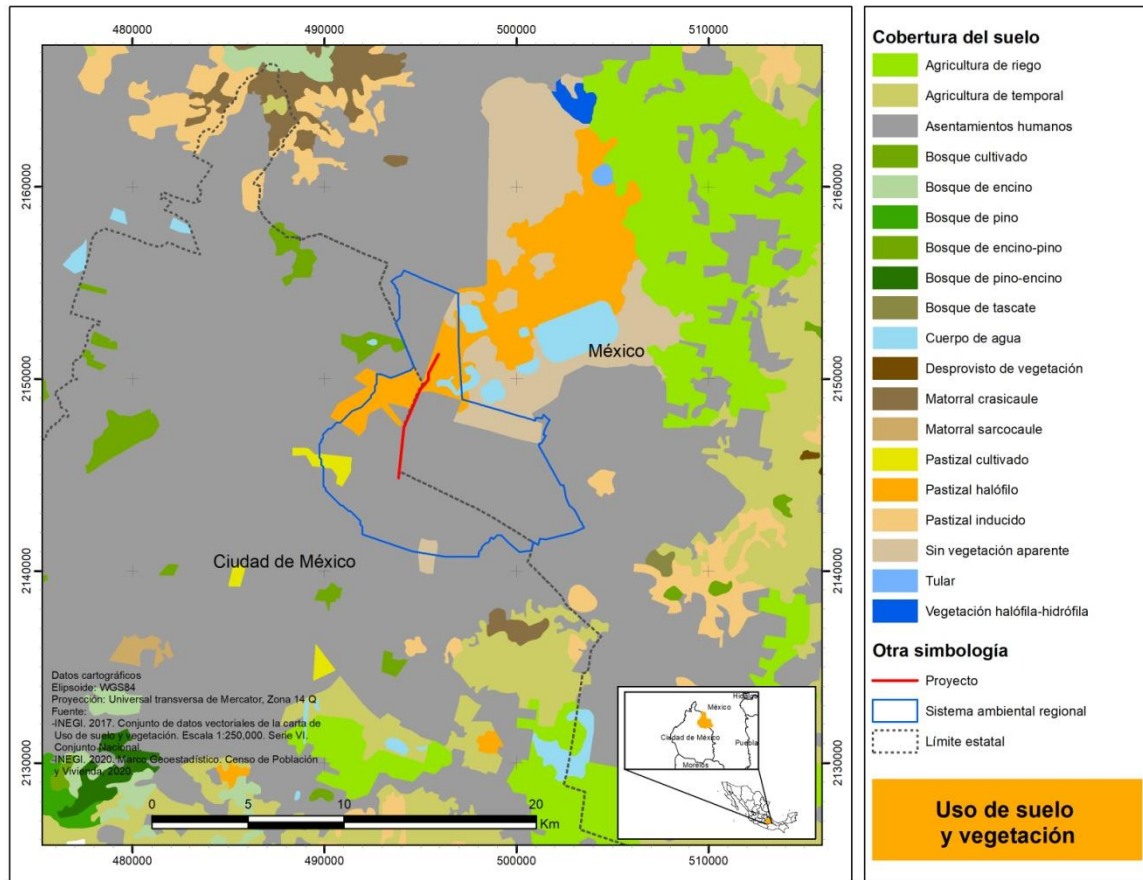


La cobertura vegetal en el área del Sistema Ambiental Regional es el pastizal halófilo, el cual es un tipo de vegetación de baja altura por lo general no rebasa los 30-70 cm de altura, se desarrollan en suelos de cuencas cerradas con altos contenidos de sales y yeso respectivamente, su cubierta arbustiva/vegetal es, por lo general escasa formando manchones de vegetación a lo largo del área que lo delimita (siguiente Tabla y Figura). Esta vegetación es usada en muchas zonas del país como alimento para el ganado y en algunos casos, después de ser drenados pueden ser empleados en agricultura de riego (INEGI, 2011).

De acuerdo con Tarín y Velázquez (1986), en el ex lago de Texcoco, en el área del SAR, se presentan pastizales *Distichlis* y comunidades acuáticas inundadas. Es importante indicar que, dada la antigüedad de la literatura citada, la flora descrita es de potencial distribución y esta puede estar extinta en el área debido a las constantes afectaciones de las actividades humanas.

**Tabla IV-9. Superficie ocupada por las coberturas de vegetación y de usos de suelo de la Serie VI del INEGI en el SAR.**

Cobertura	Área (ha)	Área relativa (%)
Asentamientos humanos	8,549.39	81.57
Pastizal halófilo	1,086.76	10.37
Sin vegetación aparente	632.65	6.04
Pastizal cultivado	150.67	1.44
Cuerpos de agua	60.74	0.58
Bosque cultivado	0.87	0.01



**Figura IV-31. Uso de suelo y vegetación del área donde se localiza el SAR.**

*Pastizal halófilo.* La comunidad típica de los llanos aluviales salobres es el zacahuistal o consocios de *Distichlis spicata* (Rzedowski, 1957). De acuerdo con este autor, esta comunidad vegetal es sumamente agresiva y es la primera colonizadora de los terrenos emergidos. Esta especie puede dominar en los estratos herbáceo y rasante. La gran agresividad y la resistencia de la comunidad a las condiciones adversas se debe primordialmente a la especie dominante *Distichlis spicata*, sin embargo, existen otros elementos florísticos menos abundantes, en su mayor parte halófilos. Se pueden distinguir entre dos facies fundamentales, la primera se caracteriza por estar constituida exclusivamente por *Distichlis spicata* (zacahuistle) y *Suaeda nigra* (romerillo), la segunda admite la asociación de otras especies. La primera se sitúa más centralmente y la segunda más periféricamente con respecto al centro del lago. A continuación, se indica la flora potencial de estas

comunidades de acuerdo con Rzedowski (1957) y si se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en la Lista Roja de la UICN (siguiente Tabla).

**Tabla IV-10. Lista de especies potenciales de flora del pastizal halófilo y su probable inclusión en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o en la Lista Roja de la UICN.**

Nombre científico	Sinonimia	NOM-059- SEMARNAT-2010	UICN	Tendencia poblacional
<b>Especies constitutivas principales</b>				
<i>Distichlis spicata</i>	--	--	LC	Desconocido
<i>Suaeda nigra</i>	--	--	--	--
<i>Juncus balticus</i>	--	--	LC	Desconocido
<i>Chenopodium mexicanum</i>	--	--	--	--
<i>Trianthema portulacastrum</i>	--	--	--	--
<i>Sesuvium portulacastrum</i>	--	--	--	--
<i>Atriplex muricata</i>	--	--	--	--
<i>Heliotropium curassavicum</i>	--	--	LC	Desconocido
<i>Sporobolus argutus</i>	--	--	--	--
<i>Hordeum jubatum</i>	--	--	LC	Estable
<i>Xanthocephalum humile</i>	--	--	--	--
<b>Especies de menor frecuencia</b>				
<i>Ambrosia peruviana</i>	--	--	--	--
<i>Arenaria Bourgaei</i>	--	--	--	--
<i>Atriplex simplex</i>	--	--	--	--
<i>Bouteloua simplex</i>	--	--	--	--
<i>Cyperus esculentus</i>	--	--	LC	Desconocido
<i>Cyperus melanostachys</i>	--	--	--	--
<i>Euphorbia sp.</i>	--	--	--	--
<i>Euphrosyne parthenifolia</i>	--	--	--	--
<i>Leptochloa dubia</i>	--	--	--	--
<i>Lippia nodiflora</i>	<i>Phyla nodiflora</i>	--	LC	Estable
<i>Lythrum alatum</i>	--	--	LC	Desconocido
<i>Medicago denticulata</i>	--	--	--	--
<i>Muhlenbergia tenuiflora</i>	--	--	--	--
<i>Nierembergia angustifolia</i>	--	--	--	--
<i>Petunia parviflora</i>	--	--	--	--
<i>Ranunculus Donianus</i>	--	--	--	--

Nombre científico	Sinonimia	NOM-059- SEMARNAT-2010	UICN	Tendencia poblacional
<i>Sanvitalia procumbens</i>	--	--	--	--
<i>Silvia srpyllifolia</i>	--	--	--	--
<i>Sonchus asper</i>	--	--	--	--
<i>Trifolium amabile</i>	--	--	LC	Desconocido
<i>Xanthocephalum centauroides</i>	--	--	--	--

Se incluyen especies en alguna categoría de riesgo a nivel nacional de acuerdo con NOM-059-SEMARNAT-2010; Amenazadas (A), Protección especial (Pr) y en Peligro de extinción (P) y doble -- hace referencia a que no está ninguna categoría. A nivel internacional de acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) en Bajo riesgo (LC), Vulnerable (VU) y Casi Amenazadas (NT), en peligro crítico (CR). Además, se incluye la situación actual de la tendencia poblacional de cada especie y su sinonimia en la UICN.

Existe vegetación a las orillas de los canales, zanjas y otros pequeños depósitos, de las cuales no puede distinguirse una comunidad vegetal definida. El área es demasiado chica y el hábitat es influido constantemente por actividades humanas. Algunas especies son típicas y de dispersión natural, pero otras son simples malezas. Esta vegetación no cubre por completo el suelo ni siquiera en época de lluvias y su densidad y riqueza disminuye hacia el centro del lago. De acuerdo con Rzedowski (1957), se muestra la flora potencial que podría establecerse en estas condiciones (siguiente Tabla).

**Tabla IV-11. Lista de especies potenciales de flora de vegetación a las orillas de canales y zanjas y su probable inclusión en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o en la Lista Roja de la UICN.**

Nombre científico	Sinonimia	NOM-059- SEMARNAT-2010	UICN	Tendencia poblacional
<i>Agrostis semiverticillata</i>	<i>Polypogon viridis</i>	--	LC	Estable
<i>Ambrosia peruviana</i>	--	--	--	--
<i>Aster exilis</i>	--	--	--	--
<i>Atriplex muricata</i>	--	--	--	--
<i>Bacopa monnieri</i>	--	--	LC	Estable
<i>Beta vulgaris</i>	<i>Beta patula</i>	--	CR	Desconocido
<i>Bidens chrysanthemoides</i>	--	--	--	--
<i>Cyperus Bourgaei</i>	--	--	--	--
<i>Cyperus esculentus</i>	--	--	LC	Desconocido
<i>Cyperus melanostachys</i>	--	--	--	--

Nombre científico	Sinonimia	NOM-059- SEMARNAT-2010	UICN	Tendencia poblacional
<i>Distichlis spicata</i>	--	--	LC	Desconocido
<i>Echinochloa crusgalli</i>	--	--	LC	Aumento
<i>Echinochloa crusgalli var. zelayensis</i>	--	--	--	--
<i>Eleocharis Dombeyana</i>	--	--	--	--
<i>Erigeron bonariensis</i>	--	--	--	--
<i>Erigeron scarposus</i>	--	--	--	--
<i>Juncus balticus</i>	--	--	LC	Desconocido
<i>Medicago denticulata</i>	--	--	--	--
<i>Nasturtium mexicanum</i>	--	--	--	--
<i>Panicum repens</i>	--	--	LC	Estable
<i>Polygonum hidropiperoides</i>	--	--	--	--
<i>Polygonum punctatum</i>	--	--	LC	Desconocido
<i>Polipogon elongatus</i>	--	--	--	--
<i>Polypogon monspeliensis</i>	--	--	LC	Estable
<i>Ranunculus cymbalaria</i>	--	--	LC	Desconocido
<i>Rununculus dichotomus</i>	--	--	--	--
<i>Rumex maritimus</i>	<i>Rumex palustris</i>	--	LC	Estable
<i>Rumex mexicanus</i>	--	--	--	--
<i>Sagittaria macrophylla</i>	--	A (endémica)	--	--
<i>Urtica dioica var. angustifolia</i>	--	--	--	--

Se incluyen especies en alguna categoría de riesgo a nivel nacional de acuerdo con NOM-059-SEMARNAT-2010; Amenazadas (A), Protección especial (Pr) y en Peligro de extinción (P) y doble -- hace referencia a que no está ninguna categoría. A nivel internacional de acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) en Bajo riesgo (LC), Vulnerable (VU), Casi Amenazadas (NT), en peligro crítico (CR). Además, se incluye la situación actual de la tendencia poblacional de cada especie y su sinonimia en la UICN.

Rzedowski (1957) menciona que, existe vegetación antropógena, la cual se divide en 2 grupos: 1. Especies arbóreas introducidas, 2. especies ruderales. La lista potencial de flora se muestra a continuación en la siguiente tabla.

**Tabla IV-12. Lista de especies potenciales de flora introducida y ruderales y su probable inclusión en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o en la Lista Roja de la UICN.**

Nombre científico	Sinonimia	NOM-059- SEMARNAT-2010	UICN	Tendencia poblacional
<b>Especies introducidas</b>				
<i>Alnus acuminata</i>	--	--	LC	Estable
<i>Buddleia cordata</i>	--	--	--	--
<i>Casuarina equisetifolia</i>	--	--	LC	Estable
<i>Eucaliptus spp.</i>	--	--	--	..
<i>Populus mexicana</i>	--	--	NT	Decreciente
<i>Populus alba</i>	--	--	LC	Decreciente
<i>Schinus molle</i>	--	--	LC	Estable
<i>Tamarix juniperina</i>	--	--	--	--
<b>Especies ruderales</b>				
<i>Amaranthus hybridus</i>	--	--	--	--
<i>Argemone mexicana</i>	--	--	--	--
<i>Bidens pilosa</i>	--	--	--	--
<i>Brassica campestris</i>	--	--	--	--
<i>Buddleia sessiliflora</i>	--	--	--	--
<i>Chenopodium alburn</i>	--	--	--	--
<i>Chenopodium alburn</i>	--	--	--	--
<i>Chenopodium ambrosiofdes</i>	--	--	--	--
<i>Chloris virgata</i>	--	--	--	--
<i>Conyza sophiaefolia</i>	--	--	--	--
<i>Cynodon dactylon</i>	--	--	--	--
<i>Datura stramonium</i>	--	--	--	--
<i>Eleusine indica</i>	--	--	LC	Incrementando
<i>Encelia mexicana</i>	--	--	--	--
<i>Eragrostis limbata</i>	--	--	--	--
<i>Erodium cicutarium</i>	--	--	--	--
<i>Eruca sativa</i>	--	--	--	--
<i>Galinsoga parviflora</i>	--	--	--	--
<i>Lepidium intermedium</i>	--	--	--	--
<i>Malva parviflora</i>	--	--	--	--
<i>Nicotiana glauca</i>	--	--	--	--
<i>Physalis aequata</i>	<i>P. philadelphica</i>	--	LC	Estable

Nombre científico	Sinonimia	NOM-059- SEMARNAT-2010	UICN	Tendencia poblacional
<i>Raphanus raphanistrum</i>	--	--	--	--
<i>Reseda luteola</i>	--	--	--	--
<i>Setaria geniculata</i>	--	--	--	--
<i>Sisymbrium irio</i>	--	--	--	--
<i>Solanum rostratum</i>	--	--	--	--
<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	--	--	--	--
<i>Sporobolus atrovirens</i>	--	--	--	--
<i>Sporobolus Poiratii</i>	--	--	--	--
<i>Taraxacum officinale</i>	--	--	--	--
<i>Verbena carolina</i>	--	--	--	--

Se incluyen especies en alguna categoría de riesgo a nivel nacional de acuerdo con NOM-059-SEMARNAT-2010; Amenazadas (A), Protección especial (Pr) y en Peligro de extinción (P) y doble -- hace referencia a que no está ninguna categoría. A nivel internacional de acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) en Bajo riesgo (LC), Vulnerable (VU) y Casi Amenazadas (NT), en peligro crítico (CR). Además, se incluye la situación actual de la tendencia poblacional de cada especie y su sinonimia en la UICN.

Las comunidades acuáticas se desarrollan en algunos canales, zanjas y desembocaduras de arroyos, estos se desarrollan en las periferias del Lago de Texcoco (Rzedowski, 1957). La flora potencial de esta comunidad se restringe a hábitats con afluencia más o menos contaste de agua dulce o poco salobre. Actualmente, cabe resaltar, que los canales del ex lago de Texcoco transportan aguas fuertemente contaminadas, por lo que muchas de estas especies pudrían ya no estar presentes.

**Tabla IV-13. Lista de especies potenciales de flora de comunidades acuáticas y su probable inclusión en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o en la Lista Roja de la UICN.**

Nombre científico	Sinonimia	NOM-059- SEMARNAT-2010	UICN	Tendencia poblacional
<b>Helastadion:</b>				
<i>Aganipea bellidiflora</i>	--	--	--	--
<i>Cyperus Bourgaei</i>	--	--	--	--
<i>Eleocharis Dombeyana</i>	--	--	--	--
<i>Hydrocotyle verticillata</i>	--	--	--	--
<i>Juncus balticus</i>	--	--	LC	Desconocido
<i>Lussieuia repens</i>	--	--	--	--
<i>Leersia hexandra</i>	--	--	LC	Estable

Nombre científico	Sinonimia	NOM-059- SEMARNAT-2010	UICN	Tendencia poblacional
<i>Polygonum hydropiperoides</i>	--	--	--	--
<i>Polygonum punctatum</i>	--	--	LC	Desconocido
<i>Sagittaria macrophylla</i>	--	A (endémica)	--	--
<i>Scirpus lacustris</i>	<i>Schoenoplectus lacustris</i>	--	LC	Estable
<i>Scirpus pungens</i>	--	--	--	--
<i>Typha latifolia</i>	--	--	LC	Estable
<b>Ploadostadion:</b>				
<i>Nymphaea sp.</i>	--	--	--	--
<i>Potamogeton pectinatus</i>	<i>Stuckenia pectinata</i>	--	LC	Estable
<b>Baphostadion:</b>				
<i>Myriophyllum hippuroides</i>	--	--	LC	Desconocido
<b>Epipleon:</b>				
<i>Azolla caroliniana</i>	--	--	--	--
<i>Eichhornia crassipes</i>	--	--	--	--
<i>Lemma minor</i>	--	--	--	--
<i>Lemma gibba</i>	--	--	--	--
<i>Lemma valdiviana</i>	--	--	--	--
<i>Wolffia columbiana</i>	--	--	LC	Desconocido
<b>Hypopleon:</b>				
<i>Ceratophyllum demersum</i>	--	--	LC	Estable

Se incluyen especies en alguna categoría de riesgo a nivel nacional de acuerdo con NOM-059-SEMARNAT-2010; Amenazadas (A), Protección especial (Pr) y en Peligro de extinción (P) y doble -- hace referencia a que no está ninguna categoría. A nivel internacional de acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) en Bajo riesgo (LC), Vulnerable (VU) y Casi Amenazadas (NT), en peligro crítico (CR). Además, se incluye la situación actual de la tendencia poblacional de cada especie y su sinonimia en la UICN.

### Usos coberturas de suelo y vegetación del SAR

Con el objetivo de registrar los usos de suelo y vegetación del Sistema Ambiental Regional se procedió a realizar un análisis de fointerpretación sobre imágenes de satélite de alta resolución correspondientes a los años 2000, 2010 y 2021.



Para el año 2021, la cobertura de mayor extensión son el uso urbano con 8,992.03 ha, representando el 85.79 % de la superficie del Sistema Ambiental Regional (siguiente Tabla). Del 100 % de la cobertura de usos urbanos, los asentamientos humanos ocupan una superficie de 7,338.39 ha (81.61 %); otros usos urbanos como son las zonas del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, panteones, tiraderos a cielo abierto e instalaciones del Sistema de Transporte Colectivo Metro, entre otros, ocupan 630.38 ha (7.01 %); Los servicios educativos incluyen las instalaciones educativas desde nivel preescolar hasta nivel medio superior y superior, este uso ocupa un área de 389.08 ha (4.33 %); Las áreas deportivas, como la Ciudad Deportiva Magdalena Mixhuca o el Deportivo Francisco I. Madero, entre otros, ocupan 279.71 ha (3.11 %); El área industrial se distribuye principalmente en la zona oeste y sur del SAR, ocupando un área de 125.05 ha (1.39 %); Los servicios de salud incluyen las instalaciones del sector salud públicas y en menor medida privadas, ocupan una superficie de 29.95 ha (0.33 %); Los servicios administrativos, incluyen las instalaciones de la administración pública municipal y estatal, ocupan 27.28 ha (0.30%), y por último, los Servicios religiosos, principalmente iglesias, ocupan 17.42 ha (0.19 %).

**Tabla IV-14. Superficies de los usos urbanos en el sistema ambiental Regional.**

Área Urbana	Superficie					
	2000		20010		2021	
Asentamientos humanos	7,275.62	82.56	7319.58	81.91	7338.39	81.61
Servicios de salud	25.58	0.29	29.95	0.34	29.95	0.33
Servicios educativos	362.18	4.11	388.85	4.35	389.08	4.33
Área industrial	127.72	1.45	127.72	1.43	125.05	1.39
Servicios administrativos	28.33	0.32	28.81	0.32	27.28	0.30
Servicios religiosos	16.82	0.19	17.42	0.19	17.42	0.19
Áreas deportivas	285.43	3.24	243.60	2.73	279.71	3.11
Otros usos urbanos	572.47	6.50	631.07	7.06	630.38	7.01
<b>Total</b>	<b>8812.30</b>	<b>100</b>	<b>8936.48</b>	<b>100</b>	<b>8,992.03</b>	<b>100</b>

La cobertura de cuerpos de agua-área inundable, corresponde a la zona del ex lago de Texcoco, el cual se distribuye en la zona noreste del SAR. Ocupa una superficie de 501.78 ha (4.79 %). Son áreas que se inundan estacionalmente por la precipitación y en temporada seca, el agua desaparece por evaporación, permitiendo el desarrollo de vegetación halófila. El tipo de suelo es solonchak.

El pastizal halófilo, para el año 2021, ocupa un área de 337.82 ha (3.22 %) y se distribuye al noreste del SAR, en áreas propensas a inundación, como las áreas inundables de la cobertura cuerpos de agua-área inundable, sin embargo, la gran extensión del pastizal halófilo y su uniformidad como comunidad vegetal, dominada por la especie de pasto *Distichlis spicata*, permite diferenciar su cobertura de otras cubiertas del suelo.

Las áreas verdes se distribuyen principalmente como la cobertura vegetal de los camellones o pequeñas áreas inmersa en los asentamientos humanos. Las áreas verdes donde dominan los pastos cubren un área de 301.3 ha (2.88), mientras que las áreas verdes con dominancia de árboles ocupan 41.61 ha (0.40 %).

La cobertura de parques ocupa un área de 226.64 ha (2.16 %) y corresponde a todas las áreas verdes públicas que ofrecen a la población espacios para el libre esparcimiento, convivencia familiar y la activación física, que cuentan con pistas y aparatos para hacer ejercicio, y que se ubican en camellones o en áreas verdes. Así como los parques públicos de mayor extensión como la Alameda Oriente, el Parque Cuitláhuac o el Parque del Pueblo, entre otros.

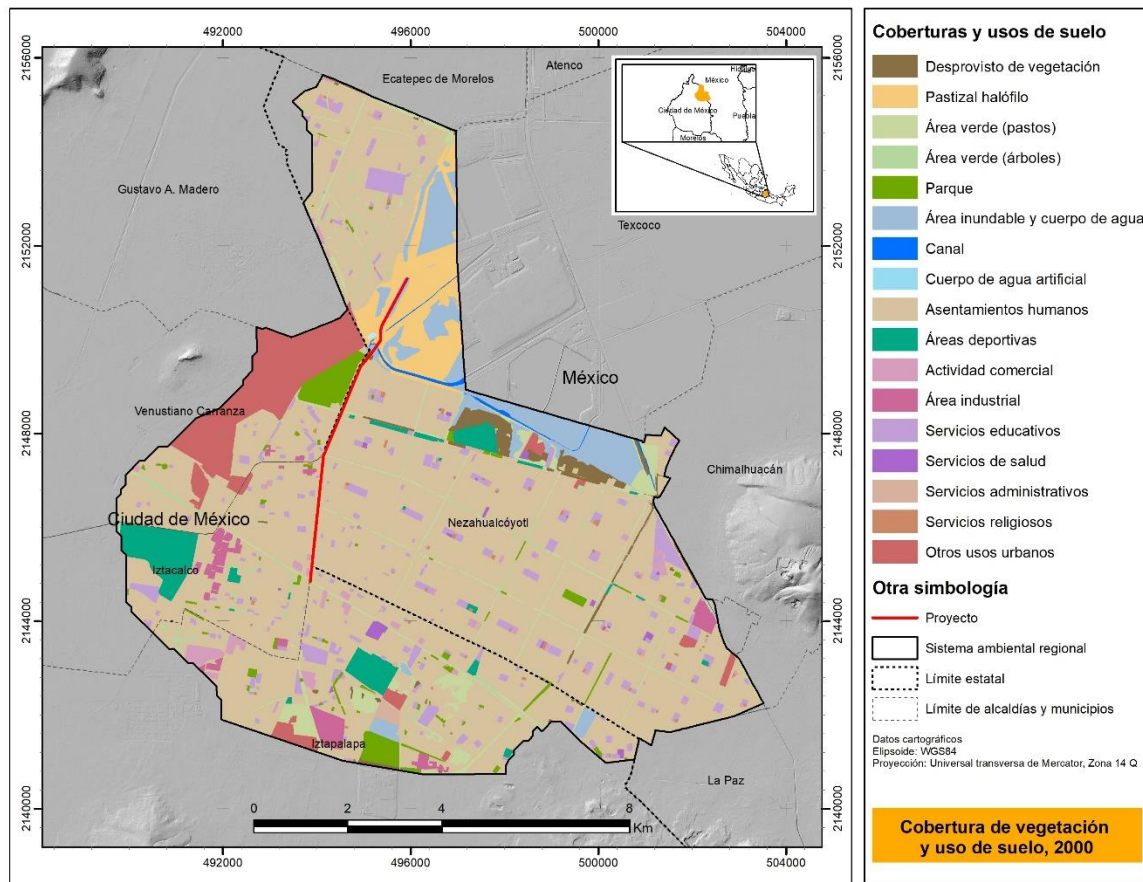
Las coberturas de canal (0.44 %) y cuerpos de agua artificial (0.04 %) corresponden al canal Río Churubusco o el canal Río de la Compañía (que transportan aguas altamente contaminadas), así como pequeños estanques.

El suelo sin vegetación aparente con una superficie de 29.53 ha (0.28 %) corresponde a zonas donde el suelo está expuesto, como terracería, y que mediante la fotointerpretación o escala utilizada no se observa vegetación alguna (siguientes Tabla y Figuras).

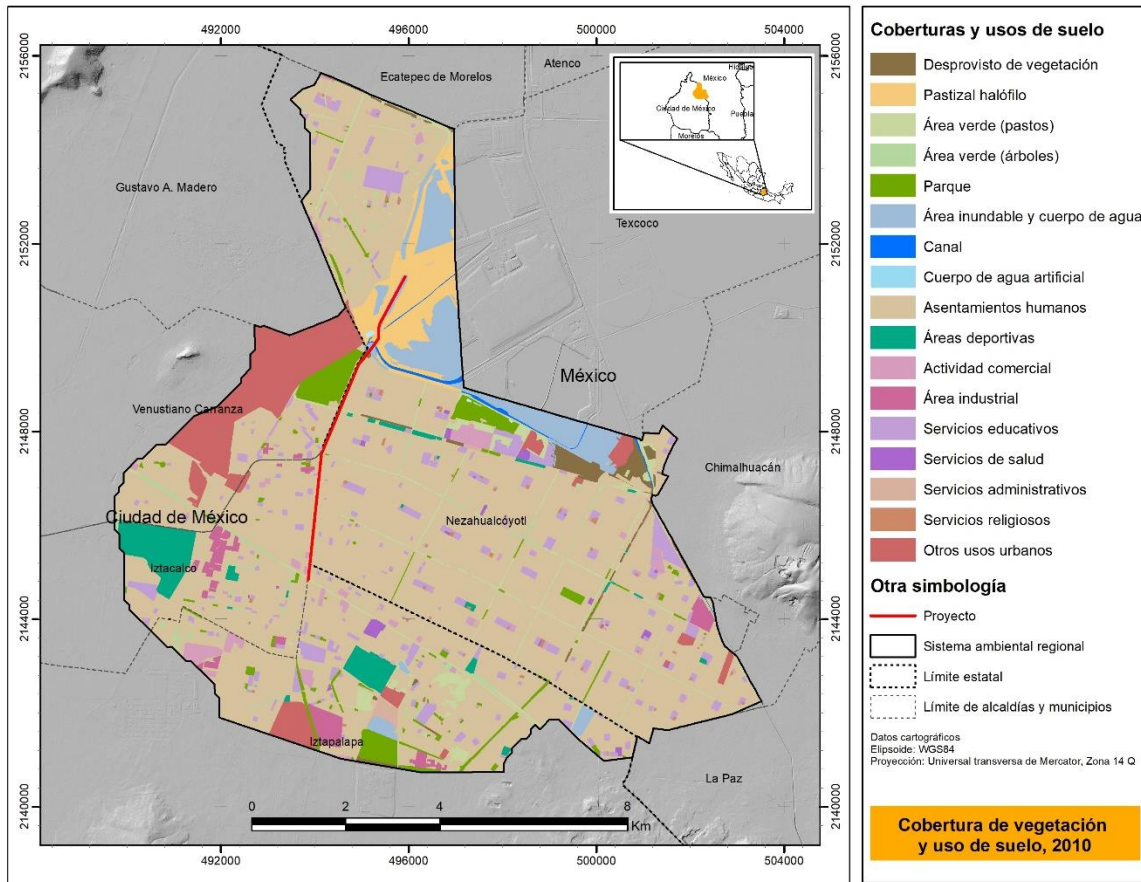
**Tabla IV-15. Superficie de las coberturas/ usos de suelo en el Sistema Ambiental Regional.**

Uso/cobertura	Superficie					
	2000		2010		2021	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Suelo sin vegetación aparente	136.97	1.31	115.59	1.10	29.53	0.28
Cuerpos de agua-área inundable	508.07	4.85	497.29	4.74	501.78	4.79
Pastizal halófilo	420.29	4.01	344.12	3.28	337.82	3.22
Áreas verdes (dominancia de árboles)	44.77	0.43	45.19	0.43	41.61	0.40
Áreas verdes (dominancia de	323.36	3.09	229.20	2.19	301.3	2.88

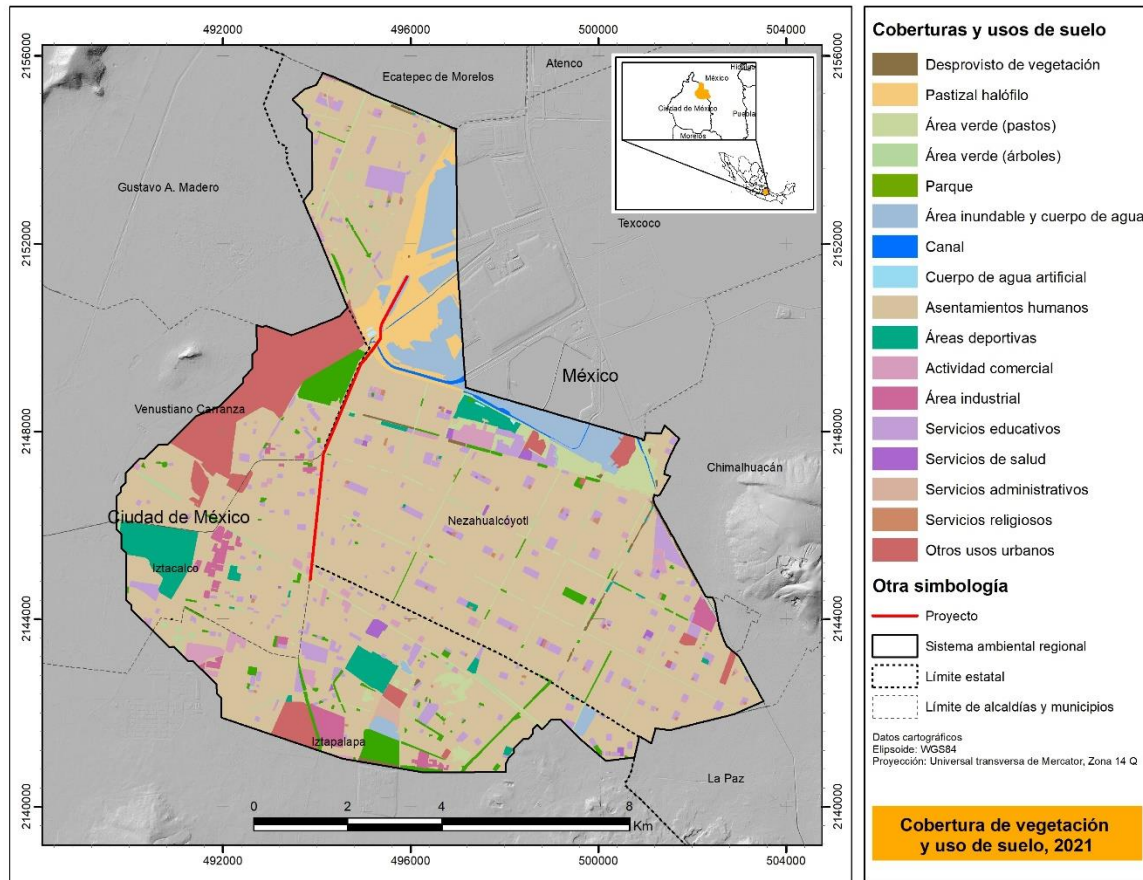
Uso/cobertura	Superficie					
	2000		20010		2021	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
pastos)						
Parques	186.89	1.78	262.85	2.51	226.64	2.16
canal	46.25	0.44	46.25	0.44	46.25	0.44
Cuerpo de agua artificial	2.18	0.02	3.71	0.04	4.08	0.04
Uso urbano	8,812.3	84.08	8936.48	85.26	8,992.03	85.79
<b>Total</b>	<b>10,481.08</b>	<b>100</b>	<b>10,481.08</b>	<b>100</b>	<b>10,481.08</b>	<b>100</b>



**Figura IV-32. Usos de suelo y coberturas de vegetación del año 2000 en el SAR.**



**Figura IV-33. Usos de suelo y coberturas de vegetación del año 2010 en el SAR.**



**Figura IV-34. Usos de suelo y coberturas de vegetación del año 2021 en el SAR.**

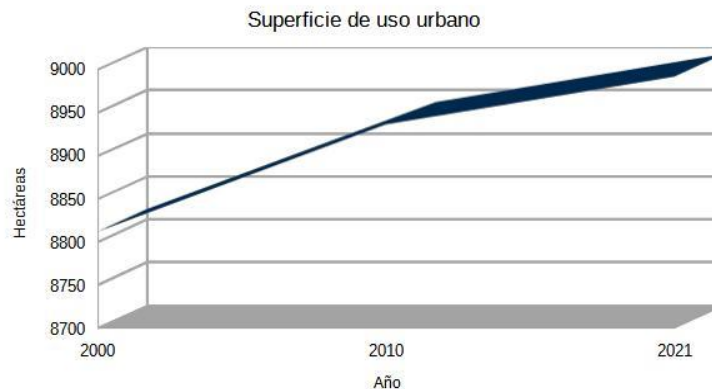
Con base al análisis temporal de las tres fechas 2000, 2010 y 2021, la cobertura de vegetación de pastizal halófilo presentó una disminución de su extensión, ya que en el año 2000 ocupaba 420.29 ha, en el año 2010 disminuyó a 344.12 ha y el año 2021 solo contaba con 337.82 ha, perdiendo una superficie de 179.77 ha, correspondiente a una tasa de pérdida anual de 8.56 ha. Es importante indicar, que esta cobertura está fuertemente sujeta a una presión por las actividades antropogénicas debido a su cercanía a los asentamientos humanos, sin embargo, la variación en su superficie podría también deberse a la disponibilidad de espacio en la cobertura de cuerpos de agua-área inundable, ya que en años con menor precipitación su distribución podría aumentar al disminuir el área de inundación en la zona del Ex lago de Texcoco.

La cobertura de cuerpos de agua-área inundable presenta una variación en sus superficies en las tres fechas, mientras que, en el año 2000, tenía una superficie de 508.07 ha, en el año 2010 era de

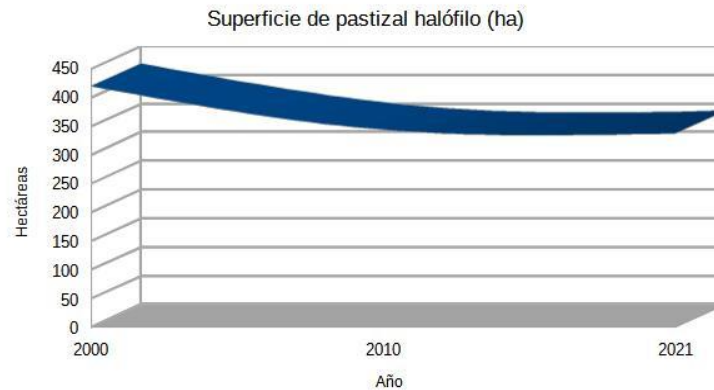
497.29, en el año 2021 la extensión es de 501.78 ha. Esta variación en su extensión superficial podría deberse a las variaciones en la superficie de las áreas inundadas. Sin embargo, la disminución de su superficie entre el año 2000 y 2010 es debido al cambio de uso de suelo; ya que, una gran extensión fue utilizada para la implementación de un área deportiva.

El uso urbano, es la cobertura con mayor aumento en el Sistema Ambiental Regional; ya que en el año 2000 presentaba un área de 8,812.3 ha, en el año 2010, aumento a un área de 8,936.48 ha y en el año 2021, se estima una superficie de 8,992.03 ha. Entre las fechas 2000 y 2010 se estima un incremento medio anual de 12.42 ha. Mientras que, en las fechas 2010 y 2021 se redujo el incremento medio anual a 5.05 ha, dando como una pérdida total, en los 21 años de 179.73 ha. Este aumento del área urbana se dio principalmente en el municipio de Nezahualcóyotl, Estado de México, en la aledaña al ex lago de Texcoco, donde se ampliaron instalaciones educativas, de salud, de servicios y deportivas, así como asentamientos humanos.

En las siguientes figuras se muestra la variación temporal (2000, 2010 y 2021) de la extensión de las principales coberturas de vegetación y uso de suelo del SAR.



**Figura IV-35. Superficie de uso urbano.**



**Figura IV-36. Superficie de pastizal halófilo.**



**Figura IV-37. Superficie de cuerpos de agua-área inundable.**

#### IV.2.1.2.2 Humedal

De acuerdo con el modelo cartográfico de humedales escala 1:50,000 del INEGI (2014) en la zona norte del Sistema Ambiental Regional se ubican 2 tipos de humedales, los cuales se describe a continuación:

*Llanura inundada.* Se define como la porción de la superficie terrestre, equivalente a un plano horizontal o de poca inclinación, inundado estacionalmente. Se refiere al vaso del lago de Texcoco. Es un ecosistema de gran valor natural y cultural, constituidos por un cuerpo de agua permanente o estacional de escasa profundidad, una franja a su alrededor que puede cubrirse por inundaciones periódicas (Ronda hidráulica) y una franja de terreno no inundable, llamada Zona de manejo y

preservación ambiental. Estas áreas (Ronda hidráulica y Zona de manejo y preservación ambiental) deben tener un tamaño acorde con las características ecosistémicas particulares. Estos ecosistemas están asociados a las cubetas y planos de desborde de los ríos, razón por la cual su biota, los flujos de nutrientes, materia y energía están adaptados a las fluctuaciones y comportamientos de sus sistemas hídricos asociados

*Tanque regulador Horaria (estanque artificial).* Es un sistema de aprovechamiento de agua de lluvias, que funciona limitando el flujo de agua en caso de lluvias intensas, entra al tanque como máximo caudal y sale del tanque con un flujo perfectamente controlado (CONAGUA, 2007).

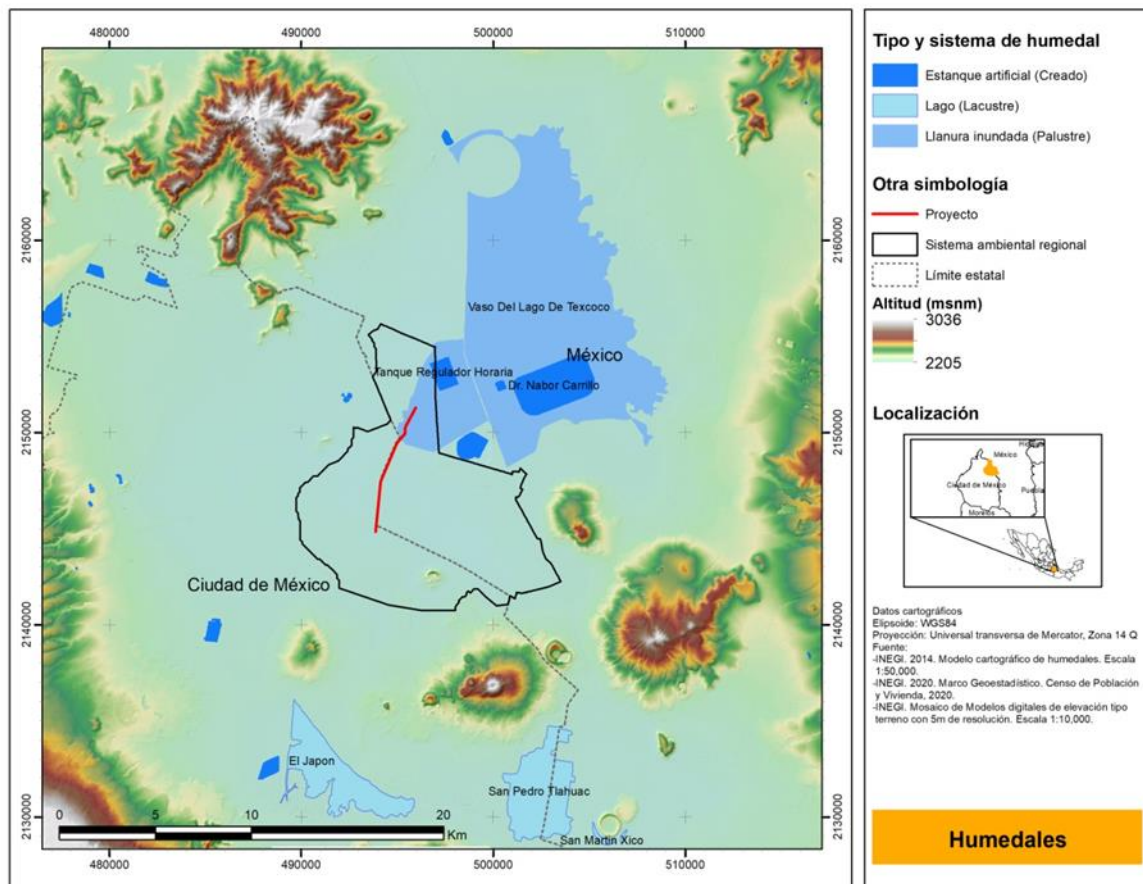


Figura IV-38. Tipos de humedales que se distribuyen en el SAR.



### IV.3. Diagnóstico del Predio y Área de Influencia

#### IV.3.1. Caracterización del área del proyecto

La “Infraestructura vial para interconectar la calzada Ignacio Zaragoza y la autopista Peñón-Texcoco sobre el periférico oriente” une la Autopista México-Puebla con la Autopista Peñón Texcoco. En dirección de sur a norte, inicia en el entronque con la Autopista México-Puebla, en el límite de las alcaldías Iztapalapa e Iztacalco sobre la avenida Anillo Periférico y Calle 7, continuando sobre la misma en el límite estatal de la Ciudad de México y el Estado de México, entre la alcaldía Iztacalco y el municipio de Nezahualcóyotl y posteriormente entre la alcaldía Venustiano Carranza y el municipio Nezahualcóyotl, continuando en este último municipio sobre la misma avenida hasta entroncar con la Autopista Peñón-Texcoco.

El trazo del proyecto abarca el área urbana de las alcaldías Iztapalapa, Iztacalco y Venustiano Carranza en la Ciudad de México, y el área urbana del municipio Nezahualcóyotl en el Estado de México, continuando en este último municipio por una zona rural cubierta por pastizales y suelo desnudo.

##### *IV.3.1.1 Medio abiótico*

###### **IV.3.1.1.1 Edafología**

La mayor parte del área del proyecto corresponde a zona urbana, donde se encuentran asentamientos humanos, áreas de comercio e industriales, así como servicios educativos, religiosos y administrativos, áreas recreativas, parques, y áreas deportivas, así como camellones cubiertos de pastos y suelo desprovisto de vegetación y áreas asfaltadas. Los servicios necesarios como acceso a transporte, drenaje, red de abastecimiento de agua y suministro de energía eléctrica.

En la parte noreste del proyecto se ubica sobre suelo solonchak. Estos suelos se presentan en todas las unidades climáticas, pero son característicos de zonas semiáridas. Se desarrollan en áreas de poca pendiente sobre materiales no consolidados (FAO, 2008) y que son propensos a inundaciones al menos en una temporada del año, donde se acumula el salitre (WRB, 2015). Son suelos de origen lacustre, con un pH alcalino de  $\pm 8.5$ , dándoles la característica de ser suelos salinos. Su capacidad de drenaje es insuficiente, con una textura arcillo arenosa y franco arenosa y con una profundidad

de 60 cm (medianamente profundos) y tienen < 1% de materia orgánica (Bojórquez y Hernández *et al.*, 2008). La vegetación característica se compone de halófitas facultativas, ya que son plantas muy tolerantes a la salinidad (Palma y Zavala *et al.*, 2017). Debido a que su capacidad de utilización es reducida, no se realiza ninguna actividad agropecuaria.

La secuencia estratigráfica del sitio está formada por las 5 unidades geotécnicas características de la zona de Lago, a saber; Costra Superficial, con un espesor de 3.0 a 4.0 m; Formación Arcillosa Superior, con un espesor de 34.8 a 36.2m; capa dura, con un espesor de 2.0 a 3.0 m; Formación arcillosa inferior, con un espesor de 13.4 a 14.3 m y finalmente, los depósitos profundos localizados a partir de 55.0 m de profundidad. A continuación, se describen las características de la secuencia estratigráfica:

- La costra superficial tiene un espesor de 3.0 a 4.0 m, y está constituida por materiales de relleno, consistentes en limos arenosos, de color café oscuro, de consistencia media, con intercalaciones de arenas limosas. Superficialmente se localiza una capa de material vegetal, característico de las zonas de inundación.
- Con un espesor entre 34.8 y 36.2 m, se localizan arcillas de alta plasticidad, de color gris verdoso, de consistencia blanda a media, creciendo con la profundidad, presenta una serie de intercalaciones de arena limosa, de compacidad densa, con presencia de materia orgánica. Se obtuvieron resistencias con cono eléctrico entre 1.9 y 4.8 kg/cm<sup>2</sup>, en los materiales finos, mientras que en los lentes de arena se obtuvieron valores promedio de 14.6 kg/cm<sup>2</sup>. El contenido natural de agua de los materiales finos se encuentra entre 60 y 430%, y el contenido de finos se ubica entre 94 y 99 %. Con base en ensayos practicados a muestras inalteradas se obtuvieron los siguientes parámetros mecánicos.
- Esta capa está formada por limos arenosos, de color gris blanquizco, de consistencia muy dura; tiene un espesor entre 2.0 y 3.0 m, se encuentra localizada a una profundidad entre 38.8 y 39.2 m. La resistencia promedio con cono eléctrico es de 28.2 kg/cm<sup>2</sup>. Los parámetros mecánicos han sido definidos mediante las correlaciones arrojando los siguientes valores.
- La formación arcillosa inferior se detecta a partir de los 40.5 a 41.5 m de profundidad y llega hasta los 55.0 m, está constituida por arcillas de alta plasticidad, poco limosas, de color gris verdoso, de consistencia media a dura, creciendo con la profundidad, en general presenta

intercalaciones de arena limosa. Se obtuvieron resistencias promedio con cono eléctrico desde 9.0 hasta 14.7 kg/cm<sup>2</sup>. El contenido natural de agua de los materiales finos se encuentra entre 161 y 244 %, y el contenido de finos se ubica entre 95 y 99 %. Con base en ensayos practicados a muestras inalteradas se obtuvieron los siguientes parámetros mecánicos.

#### IV.3.1.1.2 Hidrología

El área del proyecto atraviesa, con una dirección suroeste a noreste, el canal Brazo derecho Río Churubusco, el cual está conectado al estanque artificial Churubusco y después atraviesa a el canal Brazo izquierdo Río Churubusco, conectado a Tanque Regulador Horaria. Estos canales rodean la llanura inundada, en la parte norte del trazo del proyecto.

La llanura inundada o terreno sujeto a inundación es una extensión de tierra que se anega temporalmente, hasta que la infiltración y/o evaporación la desecan.

El canal transporta aguas residuales, y los estanques se definen como depósitos de agua a cielo abierto, revestido en sus paredes y fondo con un material impermeable.

De acuerdo con CONAGUA (2020), se encuentra el sitio Entrada al Lago de Texcoco, localizado en el Río Churubusco, canal que es atravesado por el proyecto. En este sitio se ha evaluado la calidad del agua superficial, resultando en semáforo rojo, es decir, el nivel de contaminación no es aceptable de acuerdo con los contaminantes presentes en el cuerpo de agua. En la siguiente tabla se muestran los contaminantes presentes, en el sitio Entrada del Lago de Texcoco.

**Tabla IV-16. Nivel de contaminación según los contaminantes presentes en el sitio Entrad del lago de Texcoco.**

Sitio	Entrada al lago Texcoco
Cuerpo de agua	Río Churubusco
Grupo	Lótico
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/l) / Clasificación	108.5 / Contaminada
Demanda Química de Oxígeno (mg/l) / Clasificación	265.85 / Fuertemente contaminada
Coliformes fecales (No. más probable por 10 ml / Clasificación)	241960 / Fuertemente contaminada
<i>E. coli</i> (No. más probable por 100 ml) / Clasificación	241960 /Fuertemente contaminada

Sitio	Entrada al lago Texcoco
% de saturación de oxígeno disuelto / Clasificación	5 / Fuertemente contaminada
Toxicidad Vibrio Fisheri 15 min. (unidades de toxicidad) / Clasificación	10.797 / Toxicidad alta
Semáforo	Rojo

Fuente. Conagua, 2020.

#### IV.3.1.1.2 Clima

El área del proyecto se encuentra en la unidad climática BS1kw, es un clima semiseco templado con verano cálido. La temperatura media anual oscila entre 12 y 18°C, mientras que la temperatura del mes más frío oscila entre -3 y 10.2°C y la temperatura del mes más cálido es <22°C. La lluvia invernal representa entre el 5 y 10.2% de la precipitación total anual.

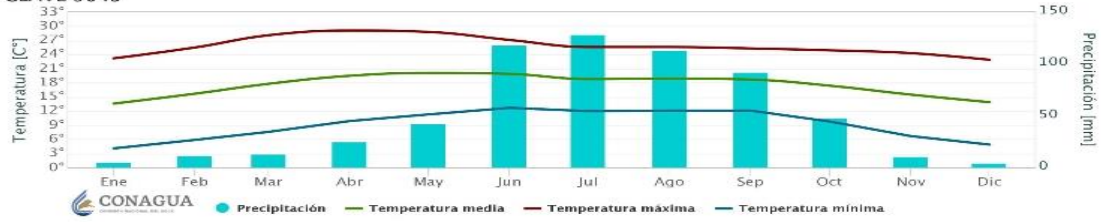
La estación meteorológica más cercana al área del proyecto es la estación Nezahualcóyotl (15061; Servicio meteorológico nacional, 2021). La temporada de lluvias comienza en junio y termina en octubre con una precipitación promedio mensual en el mes de julio es de 193 mm y la mínima en diciembre con 4.1 mm en el periodo histórico de 1981-2010.

La segunda estación meteorológica más cercana al área del proyecto es la estación San Juan de Aragón (9043; Servicio Meteorológico nacional, 2021). Los registros de precipitación y temperatura corresponden al promedio del periodo histórico de 1981-2010. La variabilidad anual de la precipitación es similar a la de la estación de Nezahualcóyotl, sin embargo, la precipitación promedio mensual de julio (mes más lluvioso) es de 129 mm. La temperatura media anual oscila entre 13.6°C y 20.1°C, siendo mayo el mes más caluroso y enero el mes más frío. El mes de abril se registraron la temperatura más alta con 29.1°C y en enero la temperatura mínima de 4.1°C

CLIMOGRAMA [1981–2010]: ESTACIÓN NEZAHUALCOYOTL, MEXICO (19.4158, -99.0456). CLAVE 15061



CLIMOGRAMA [1981–2010]: ESTACIÓN SAN JUAN DE ARAGON, DISTRITO FEDERAL (19.4653, -99.0792). CLAVE 9043

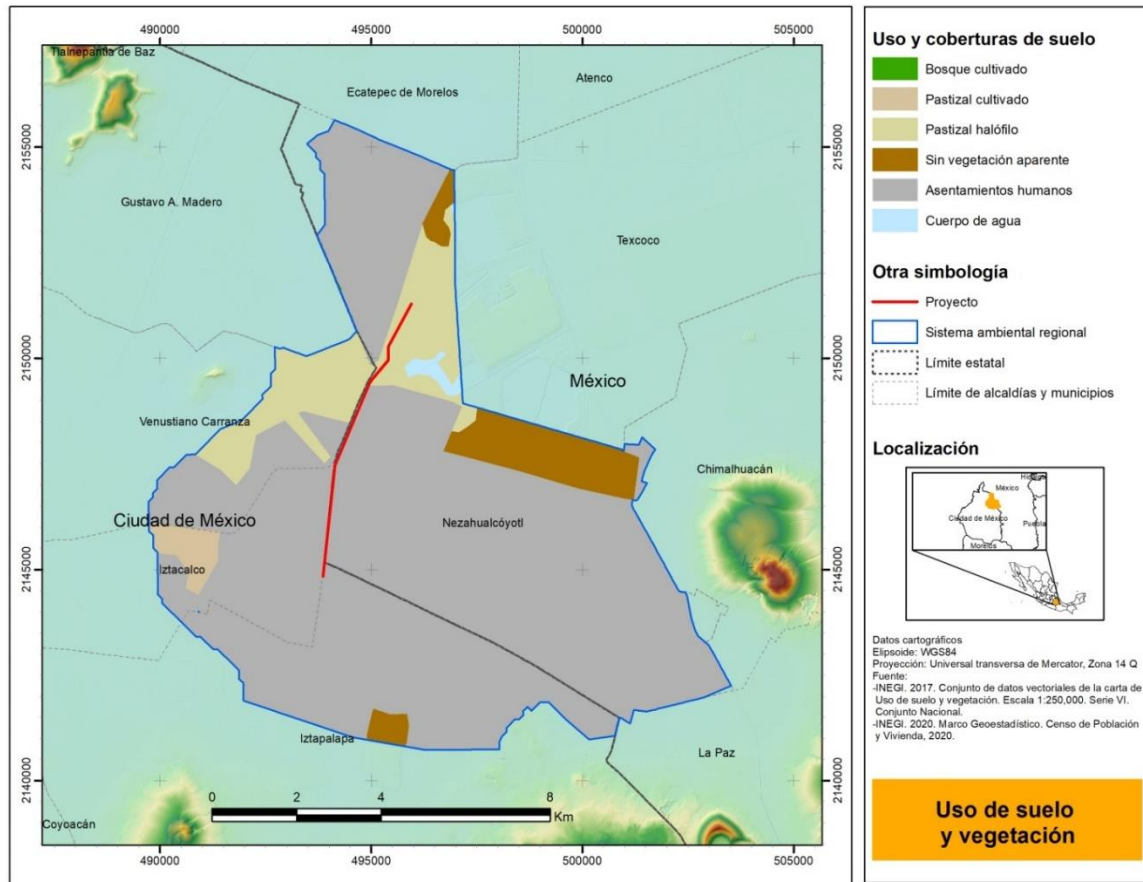


**Figura IV-39. Climogramas de las estaciones meteorológicas más cercanas al área del proyecto.**

*IV.3.1.2 Medio biótico*

**IV.3.1.2.1 Flora**

La siguiente descripción de la vegetación corresponde al SAR en donde existen un total de 3 ecosistemas o tipos de vegetación. Para su identificación y clasificación se utilizaron los datos vectoriales de uso de suelo y vegetación de la Serie VI del INEGI (2017). Los diferentes usos de suelo y vegetación que se encuentran en el Sistema Ambiental Regional se muestran en la siguiente figura. La extensión superficial de los diferentes usos de suelo es como se muestra en la siguiente tabla.



**Figura IV-40. Coberturas de vegetación y usos de suelo del SAR.**

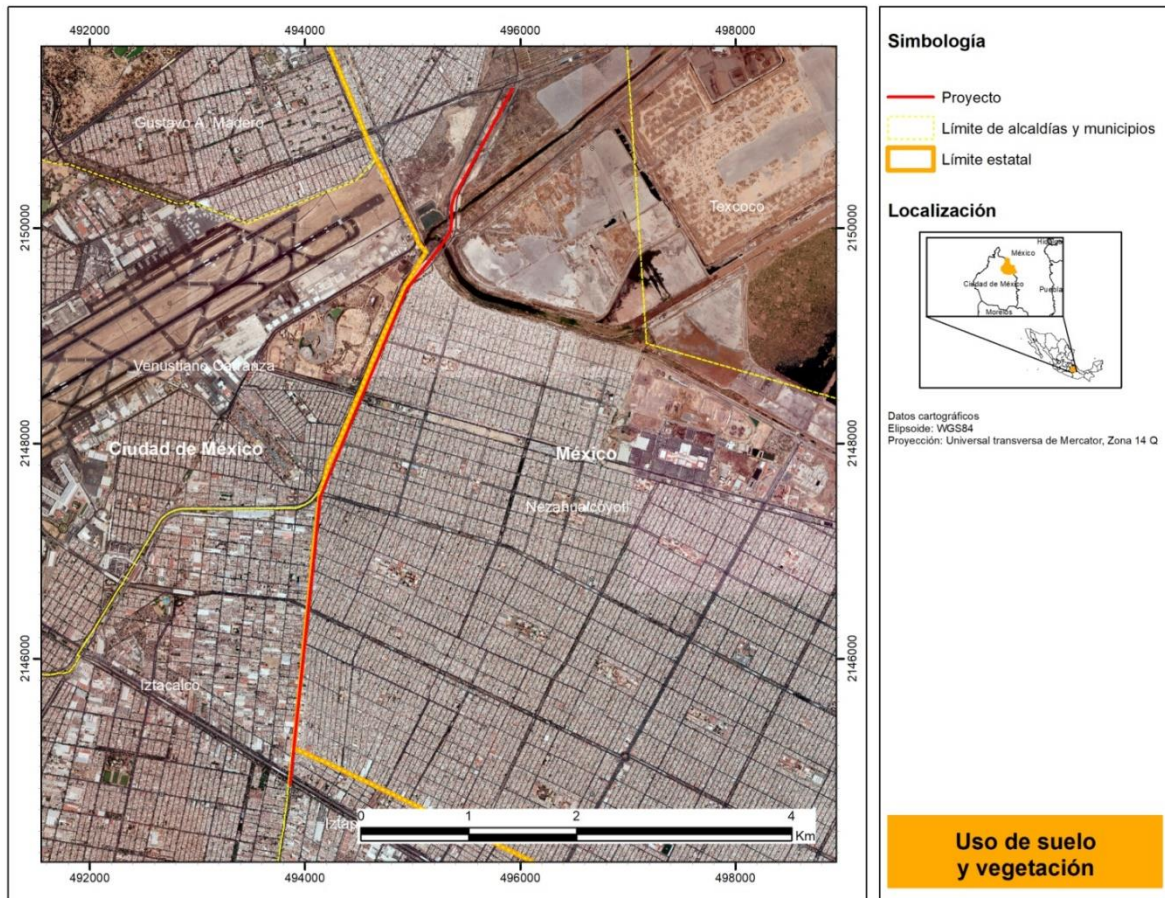
**Tabla IV-17. Distribución de usos de suelo y vegetación en el SAR.**

Cobertura	Área (ha)	Área relativa (%)
Asentamientos humanos	8,549.39	81.57
Pastizal halófilo	1,086.76	10.37
Sin vegetación aparente	632.65	6.04
Pastizal cultivado	150.67	1.44
Cuerpos de agua	60.74	0.58
Bosque cultivado	0.87	0.01

De los usos de suelo y vegetación que se distribuyen en el SAR, el 81.57 % corresponde a áreas urbanas y construcciones y las áreas cubiertas con pastizal halófilo con el 10.37 %.

*Uso actual de suelo en el sitio del Proyecto*

Para determinar los usos de suelo y tipo de vegetación se realizó un análisis de imágenes satelitales recientes en el sitio del proyecto para identificar los usos del suelo actuales y el tipo de vegetación presentes. Derivado de los recorridos prospectivos y basados en los datos del muestreo de las condiciones actuales en el sitio del Proyecto, se estimaron superficies por tipo de vegetación, vialidades y obras civiles. La clasificación de superficies del sitio de construcción del Proyecto, se muestran en la siguiente tabla y se pueden observar en la siguiente figura.



**Figura IV-41. Uso de suelo y vegetación en el área del proyecto.**

**Tabla IV-18. Usos de suelo vegetación en el área del Proyecto.**

Uso de Suelo y Vegetación	Área (ha)	Área (%)
Pastizal inducido	4.46	38.51
Pastizal halófilo	0.51	4.43
Sin vegetación aparente	1.45	12.52
Área urbana	4.95	42.80

Uso de Suelo y Vegetación	Área (ha)	Área (%)
Cuerpo de agua	0.20	1.74
Total	11.57	100.00

A continuación, se hace una descripción de los usos de suelo y vegetación definidos para el área de afectación.

*Pastizal inducido.* Comunidad vegetal dominada por hierbas y pastos, en temporada de estiaje el paisaje de color amarillo por el estado del pasto seco y exposición del suelo desnudo, a diferencia de la temporada de lluvias donde el pasto crece en conjunto con hierbas anuales que llegan a cubrir el suelo. Este tipo de vegetación o usos de suelo es el dominante ocupando aproximadamente el 38.51 % de la superficie total del sitio del proyecto (siguiente Figura).

Las especies dominantes pertenecen a los géneros: *Distichlis spicata* y *Eragrostis obtusiflora*. También son abundantes algunos elementos de las familias *fabaceae*, *asterácea* y *amaranthaceae*. Es frecuente que estos sitios sean afectados por incendios forestales



**Figura IV-42. Vista general del pastizal inducido en el sitio del proyecto.**

*Área urbana.* Áreas con construcciones e infraestructura. Estas áreas corresponden al área urbana y vialidades, de los municipios de Iztapalapa, Iztacalco, Nezahualcóyotl y Venustiano Carranza. Ocupan el 42.80 % de la superficie total de afectación (siguiente Figura).





**Figura IV-43. Vista general de la infraestructura y construcciones actuales.**

*Desprovisto de vegetación.* De la superficie de afectación para la construcción del Proyecto, las vialidades, caminos de terracería, calles y zonas pavimentadas, tienen una cobertura del 12.52 % de la superficie total del proyecto.



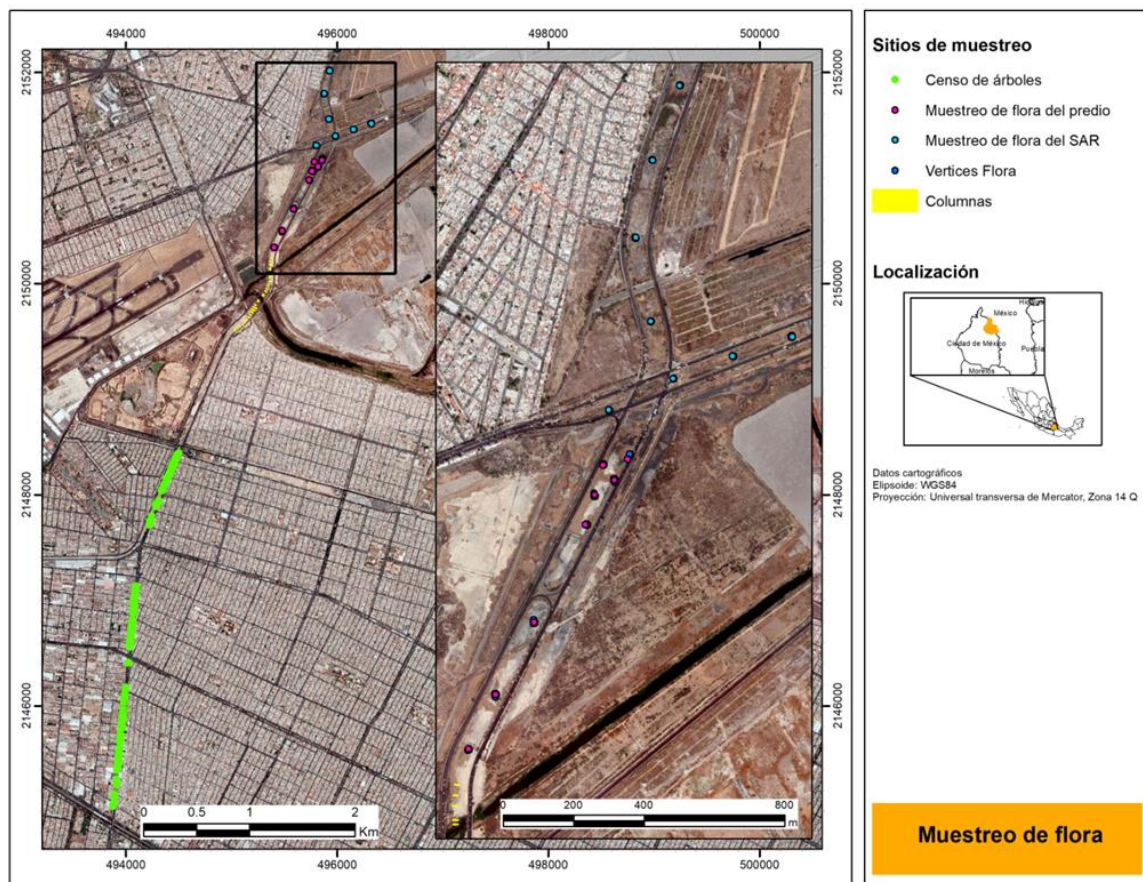
**Figura IV-44. Vista general de Áreas sin Vegetación.**

#### Uso del suelo y coberturas de Vegetación

La estimación de la composición, la diversidad y abundancia de especies que serán afectadas por la construcción del proyecto consistió en un muestreo aleatorio de ocho unidades de muestreo, asimismo, se realizaron ocho unidades de muestreo en el Sistema Ambiental Regional. Las coordenadas UTM zona 14Q y geográficas DATUM WGS84 de cada sitio de muestreo en el pastizal inducido se enlistan en la siguiente tabla; mientras que, la representación gráfica se presenta en la siguiente figura.

**Tabla IV-19. Coordenadas de ubicación de sitios de muestreo de pastizal inducido en el SAR.**

Sitio	X	Y	Latitud N	Longitud O
1	495802	2151300	19° 27' 22.232"	99° 02' 23.987"
2	495985	2151390	19° 27' 25.129"	99° 02' 17.711"
3	496154	2151460	19° 27' 27.212"	99° 02' 11.915"
4	496316	2151520	19° 27' 29.165"	99° 02' 6.358"
5	495921	2151560	19° 27' 30.431"	99° 02' 19.907"
6	495877	2151790	19° 27' 38.174"	99° 02' 21.418"
7	495925	2152020	19° 27' 45.364"	99° 02' 19.773"
8	496003	2152230	19° 27' 52.262"	99° 02' 17.100"



**Figura IV-45. Ubicación de los sitios de muestreo de flora en el SAR.**

*Masas de vegetación.* El trazo del proyecto cruza áreas con vegetación arbórea que se encuentran en camellones como áreas verdes y jardines (siguiente Figura) con especies que fueron introducidas en los años ochenta, tales como: *Casuarina cunninghamiana* (Casuarina) y *Eucalyptus camaldulensis*

(Eucalipto) principalmente, además de otras especies arbustivas como: *Fraxinus uhdei* (fresno), *Jacaranda mimosifolia* (jacaranda), *Ligustrum confusum* (Trueno), *Phoenix canariensis* (Palma canaria), *Yucca schidigera* (Yuca), *Delonix regia* (Framboyán), nopales (*Opuntia sp.*) y agaves (*Agave salmiana*).



**Figura IV-46. Vista general de las masas de vegetación arbórea.**

*Pastizal halófilo*. Comunidad de gramíneas que se desarrolla sobre suelos salino-sódicos. Las especies que lo conforman son: *Distichlis spicata*, *Sesuvium verrucosum* (Romerillo), *Suaeda nigra* (Romerito), *Bassia scoparia* (Chepil), *Cynodon dactylon* (Pasto), *Zaluzania augusta* (Limpia tuna). Hierbas que miden cerca de 0.25 metros de altura, se encuentra en camellones con agua estancada y depresiones (siguiente Figura).



**Figura IV-47. Vista general de vegetación de pastizal halófilo en el km 6+500.**

## Indicadores ecológicos de diversidad y abundancia

### Diversidad y abundancia de la vegetación del SAR

El **índice de Margalef (R)** por estrato vegetal para cada tipo de vegetación es como se describe a continuación:

$$R = (13-1) / \ln(2,621) = 12/7.87 = 1.52 \text{ para el estrato arbóreo del pastizal halófilo.}$$

Los valores obtenidos de este índice muestran que, en el estrato herbáceo del pastizal halófilo, indican una diversidad baja.

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos del cálculo del **índice de Simpson**:

**Tabla IV-20. Cálculo del Índice de Simpson del estrato herbáceo del pastizal halófilo del SAR.**

No.	Nombre Científico	Nombre Común	Ind/Ha	ni-1	ni*(ni-1)
1	<i>Bassia scoparia</i>	Chepil	937.5	2	6
2	<i>Cynodon dactylon</i>	Pasto	299,062.5	956	914892
3	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto salado	501,250	1603	2571212
4	<i>Dyssodia papposa</i>	Flamenquilla	1,562.5	4	20
5	<i>Hordeum jubatum</i>	Cebada Cimarrona	1,562.5	4	20
6	<i>Ipomoea purpurea</i>	Quebra platos	625	1	2
7	<i>Rumex crispus</i>	Lengua de vaca	937.5	2	6
8	<i>Schkuhria pinnata</i>	Escobilla	625	1	2
9	<i>Senecio inaequidens</i>	Manzanilla	312.5	0	0
10	<i>Sesuvium verrucosum</i>	Romerillo	625	1	2
11	<i>Simsia amplexicaulis</i>	Achual	625	1	2
12	<i>Suaeda nigra</i>	Romerito	7,812.5	24	600
13	<i>Zaluzania augusta</i>	Limpia tuna	3125	9	90
<b>Subtotal</b>			<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3125</b>
<b>Simpson</b>					0.4922
<b>Simpson MAX</b>					0.9231

El número total de especies registradas en el pastizal halófilo dan como resultado un valor máximo de Simpson de 0.9231, el valor obtenido del índice de Simpson es de 0.4922, que muestra una diversidad Media o Moderada.

El **valor máximo de Shannon** que se puede alcanzar por el número total de especies registradas en el estrato herbáceo del Pastizal Halófilo es de 2.5649; por lo que, el valor obtenido de 0.7984, le corresponde una diversidad Baja.

El **índice de equitatividad** de 0.3112, indica que hay una dominancia de algunas especies, en este caso: *Cynodon dactylon* (Pasto), *Distichlis spicata* (Pasto salado) y *Suaeda nigra* (Romerito), que afectan ligeramente la distribución equitativa de las demás especies.

En las siguientes tablas se presentan los cálculos de los índices de Shannon y el de Valor de Importancia.

**Tabla IV-21. Cálculo del Índice de Shannon de estrato herbáceo del pastizal halófilo del SAR.**

No.	Nombre Científico	Nombre Común	Ind/Ha	Pi	H	Índice de Jacard (J')
1	<i>Bassia scoparia</i>	Chepil	937.5	0.0011	0.0078	0.0030
2	<i>Cynodon dactylon</i>	Pasto	299,062.5	0.3651	0.3679	0.1434
3	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto salado	501,250	0.6120	0.3005	0.1172
4	<i>Dyssodia papposa</i>	Flamenquilla	1,562.5	0.0019	0.0119	0.0047
5	<i>Hordeum jubatum</i>	Cebada Cimarrona	1,562.5	0.0019	0.0119	0.0047
6	<i>Ipomoea purpurea</i>	Quebra platos	625	0.0008	0.0055	0.0021
7	<i>Rumex crispus</i>	Lengua de vaca	937.5	0.0011	0.0078	0.0030
8	<i>Schkuhria pinnata</i>	Escobilla	625	0.0008	0.0055	0.0021
9	<i>Senecio inaequidens</i>	Manzanilla	312.5	0.0004	0.0030	0.0012
10	<i>Sesuvium verrucosum</i>	Romerillo	625	0.0008	0.0055	0.0021
11	<i>Simsia amplexicaulis</i>	Achual	625	0.0008	0.0055	0.0021
12	<i>Suaeda nigra</i>	Romerito	7,812.5	0.0095	0.0444	0.0173
13	<i>Zaluzania augusta</i>	Limpia tuna	3125	0.0038	0.0212	0.0083
<b>Subtotal</b>			<b>0</b>	<b>0.000</b>	<b>3125</b>	<b>1</b>
<b>H MAX</b>					<b>2.5649</b>	

**Tabla IV-22. Cálculo del Índice de Valor de Importancia del estrato herbáceo del pastizal halófilo del SAR.**

No.	Nombre Científico	Nombre Común	Dominancia Relativa	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	%
1	<i>Bassia scoparia</i>	Chepil	0.2620	0.1145	2.7778	3.1542	1.05
2	<i>Cynodon dactylon</i>	Pasto	44.5328	36.5128	22.2222	103.2678	<b>34.42</b>
3	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto salado	52.1226	61.1980	22.2222	135.5429	<b>45.18</b>
4	<i>Dyssodia papposa</i>	Flamenquilla	0.2085	0.1908	2.7778	3.1770	1.06
5	<i>Hordeum jubatum</i>	Cebada Cimarrona	0.2310	0.1908	5.5556	5.9773	1.99

No.	Nombre Científico	Nombre Común	Dominancia Relativa	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	%
6	<i>Ipomoea purpurea</i>	Quiebra platos	0.0377	0.0763	5.5556	5.6695	1.89
7	<i>Rumex crispus</i>	Lengua de vaca	0.1187	0.1145	5.5556	5.7888	1.93
8	<i>Schkuhria pinnata</i>	Escobilla	0.1876	0.0763	2.7778	3.0417	1.01
9	<i>Senecio inaequidens</i>	Manzanilla	0.0417	0.0382	2.7778	2.8576	0.95
10	<i>Sesuvium verrucosum</i>	Romerillo	0.2079	0.0763	2.7778	3.0620	1.02
11	<i>Simsia amplexicaulis</i>	Achual	0.1622	0.0763	2.7778	3.0163	1.01
12	<i>Suaeda nigra</i>	Romerito	1.2942	0.9538	13.8889	16.1369	5.38
13	<i>Zaluzania augusta</i>	Limpia tuna	0.5931	0.3815	8.3333	9.3080	3.10
<b>Total</b>			<b>100.0000</b>	<b>100.0000</b>	<b>100.0000</b>	<b>300.00</b>	<b>100.00</b>

En el estrato herbáceo del pastizal halófilo, las especies que concentran la mayor cantidad de IVI son: *Distichlis spicata* (Pasto salado) y *Cynodon dactylon* (Zacate). Estas 2 especies concentran el 79.60 % del IVI total que concentran las 13 especies totales.

*Diversidad y abundancia de la vegetación en el área del Proyecto*

El **índice de Margalef (R)** para el estrato vegetal del pastizal halófilo es como se describe a continuación:

$$R = (11-1) / \ln(1246) = 10 / 7.13 = 1.4030.$$

Los valores obtenidos de este índice sugieren que el pastizal halófilo presenta una diversidad baja (siguiente Tabla).

**Tabla IV-23. Cálculo del Índice de Simpson del estrato herbáceo del pastizal halófilo del área del Proyecto.**

No.	Nombre Científico	Nombre Común	Ind./Ha	Ni-1	ni*(ni-1)
1	<i>Bassia scoparia</i>	Chepil	1875	5	30
2	<i>Cynodon dactylon</i>	Pasto	48125	153	23562
3	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto salado	310625	993	987042
4	<i>Dyssodia papposa</i>	Flamenquilla	312.5	0	0
5	<i>Hordeum jubatum</i>	Cebada Cimarrona	4375	13	182
6	<i>Ipomoea purpurea</i>	Quiebra platos	937.5	2	6
7	<i>Portulaca oleracea</i>	Verdolaga	625	1	2
8	<i>Rumex crispus</i>	Lengua de vaca	312.5	0	0
9	<i>Sesuvium verrucosum</i>	Romerillo	12187.5	38	1482
10	<i>Suaeda nigra</i>	Romerito	8750	27	756
11	<i>Zaluzania augusta</i>	Limpia tuna	1250	3	12
<b>Subtotal</b>			<b>0</b>	<b>0</b>	<b>389375</b>

No.	Nombre Científico	Nombre Común	Ind./Ha	Ni-1	ni*(ni-1)
<b>Simpson</b>					<b>0.3469</b>
<b>Simpson MAX</b>					<b>0.9091</b>

El valor obtenido del **índice de Simpson** en el estrato herbáceo del pastizal halófilo, indica que el valor máximo de Simpson que se puede alcanzar es de 0.9091; por lo que, el valor obtenido de 0.3469, le corresponde una diversidad baja.

El valor obtenido del **índice de Shannon** para el estrato herbáceo del Pastizal Inducido, indica que el valor máximo de Shannon que se puede alcanzar es de 2.5649, por lo que el valor obtenido de 0.7710, le corresponde una diversidad baja.

El **nivel de diversidad** obtenido está relacionada con la abundancia de especies, que en este caso el índice de equitatividad es de 0.3707, que demuestra una tendencia del valor más cercano al 1, lo que indica que hay una alta abundancia de especies (siguiente Tabla).

**Tabla IV-24. Cálculo del Índice de Shannon del estrato herbáceo del Pastizal Inducido del área del Proyecto.**

No.	Nombre Científico	Nombre Común	Ind./Ha	Pi	H	Índice de Jacard (J')
1	<i>Bassia scoparia</i>	Chepil	1875	0.0048	0.0257	0.0107
2	<i>Cynodon dactylon</i>	Pasto	48125	0.1236	0.2584	0.1078
3	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto salado	310625	0.7978	0.1803	0.0752
4	<i>Dyssodia papposa</i>	Flamenquilla	312.5	0.0008	0.0057	0.0024
5	<i>Hordeum jubatum</i>	Cebada Cimarrona	4375	0.0112	0.0504	0.0210
6	<i>Ipomoea purpurea</i>	Quiebra platos	937.5	0.0024	0.0145	0.0061
7	<i>Portulaca oleracea</i>	Verdolaga	625	0.0016	0.0103	0.0043
8	<i>Rumex crispus</i>	Lengua de vaca	312.5	0.0008	0.0057	0.0024
9	<i>Sesuvium verrucosum</i>	Romerillo	12187.5	0.0313	0.1084	0.0452
10	<i>Suaeda nigra</i>	Romerito	8750	0.0225	0.0853	0.0356
11	<i>Zaluzania augusta</i>	Limpia tuna	1250	0.0032	0.0184	0.0077
<b>Subtotal</b>			<b>0</b>	<b>1.0000</b>	<b>389375</b>	<b>1</b>
<b>H MAX</b>					<b>2.3979</b>	

En el estrato herbáceo del pastizal halófilo, con base en las estimaciones del IVI, las especies más importantes son *Distichlis spicata* (Pasto salado), *Sesuvium verrucosum* (Romerillo) y *Cynodon dactylon* (Pasto). Estas 3 especies concentran el 79.26 % del IVI total que concentran las 11 especies (siguiente Tabla).

**Tabla IV-25. Índice de Valor de Importancia del estrato herbáceo del pastizal halófilo del Sitio del Proyecto.**

No.	Nombre Científico	Nombre Común	Dominancia Relativa	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	%
1	<i>Bassia scoparia</i>	Chepil	3.34856	0.48154	4.54545	8.3756	2.79
2	<i>Cynodon dactylon</i>	Pasto	14.38358	12.35955	4.54545	31.2886	<b>10.43</b>
3	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto salado	61.91845	79.77528	27.27273	168.9665	<b>56.32</b>
4	<i>Dyssodia papposa</i>	Flamenquilla	0.05650	0.08026	4.54545	4.6822	1.56
5	<i>Hordeum jubatum</i>	Cebada Cimarrona	1.30760	1.12360	4.54545	6.9766	2.33
6	<i>Ipomoea purpurea</i>	Quiebra platos	0.16950	0.24077	4.54545	4.9557	1.65
7	<i>Portulaca oleracea</i>	Verdolaga	0.27905	0.16051	4.54545	4.9850	1.66
8	<i>Rumex crispus</i>	Lengua de vaca	0.09340	0.08026	4.54545	4.7191	1.57
9	<i>Sesuvium verrucosum</i>	Romerillo	16.20200	3.13002	18.18182	37.5138	<b>12.50</b>
10	<i>Suaeda nigra</i>	Romerito	1.54103	2.24719	13.63636	17.4246	5.81
11	<i>Zaluzania augusta</i>	Limpia tuna	0.70034	0.32103	9.09091	10.1123	3.37
<b>Total</b>			<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>100.0</b>

*Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010*

De las especies registradas en el muestreo de flora silvestre, NO hay especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, tanto en el SAR como en el área del proyecto (siguiente Tabla). Sin embargo, del registro de árboles por cada cadenamamiento, se registró 1 individuo de *Cupressus lusitánica* (Cedro Blanco) que se encuentra en las coordenadas UTM WGS84 zona 14Q (494384, 2148147).

**Tabla IV-26. Listado de las especies registradas en el área del proyecto vs. SAR y su categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en la Lista Roja de la UICN.**

No.	Nombre Científico	Nombre Común	En el área del proyecto	En el SAR	NOM-059-SEMARNAT-2010	Lista Roja de la UICN
1	<i>Bassia scoparia</i>	Chepil	✓	✓	--	--
2	<i>Cynodon dactylon</i>	Pasto	✓	✓	--	--
3	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto salado	✓	✓	--	LC
4	<i>Dyssodia papposa</i>	Flamenquilla	✓	✓	--	--
5	<i>Hordeum jubatum</i>	Cebada Cimarrona	✓	✓	--	LC
6	<i>Ipomoea purpurea</i>	Quiebra platos	✓	✓	--	--
7	<i>Portulaca oleracea</i>	Verdolaga	✓		--	LC
7	<i>Rumex crispus</i>	Lengua de vaca	✓	✓	--	--
8	<i>Schkuhria pinnata</i>	Escobilla		✓	--	--
9	<i>Senecio inaequidens</i>	Manzanilla		✓	--	--
10	<i>Sesuvium verrucosum</i>	Romerillo	✓	✓	--	--



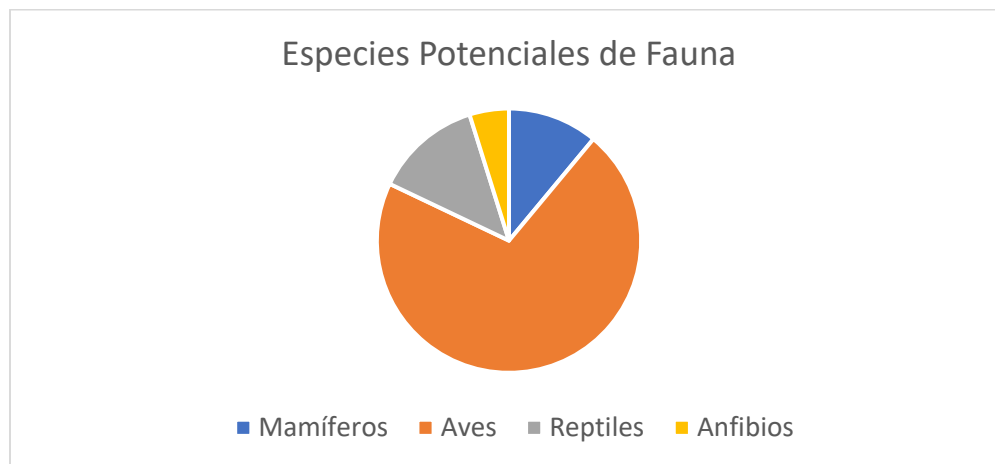
No.	Nombre Científico	Nombre Común	En el área del proyecto	En el SAR	NOM-059-SEMARNAT-2010	Lista Roja de la UICN
11	<i>Simsia amplexicaulis</i>	Acahual		✓	--	--
12	<i>Suaeda nigra</i>	Romerito	✓	✓	--	--
13	<i>Zaluzania augusta</i>	Limpia tuna	✓	✓	--	--
<b>Total</b>			<b>11 especies</b>	<b>13 especies</b>		

#### IV.3.1.2.2 Fauna

##### Listado de especies potenciales

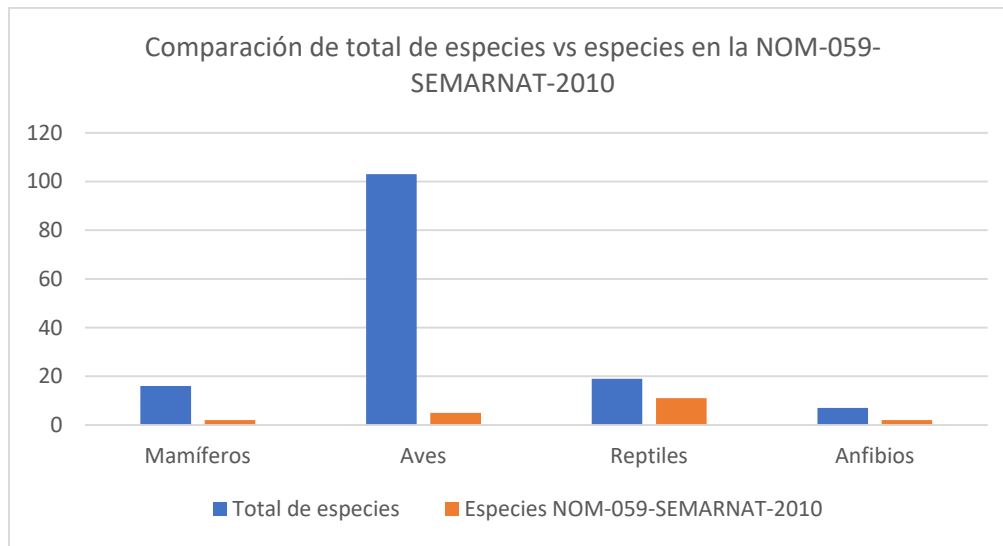
Para poder entender los procesos de afectación que pudieran derivarse por la implementación del proyecto, y por un principio precautorio, particularmente de las especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 se hizo un listado de especies potenciales presentes en el SAR. Este listado se basó en una revisión de literatura especializada (ver Capítulo VIII).

Dentro del SAR se estima la existencia de 145 especies potenciales de vertebrados distribuidos de la siguiente manera: 16 especies de mamíferos, 103 especies de aves, 19 especies de reptiles y 7 especies de anfibios (siguiente Figura).



**Figura IV-48. Composición de la presencia de especies potenciales de vertebrados.**

Del total de la lista de los vertebrados potenciales en el SAR 20 especies se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (siguiente Figura).



**Figura IV-49. Número de especies potenciales por grupo de vertebrados y número de especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

De los 16 mamíferos reportados, 2 se encuentran en la categoría de Amenazadas (A). De las 103 aves que se reportan, 3 especies están en la categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr) y 2 especies en la categoría en Peligro de Extinción (P). En cuanto a las 19 especies de reptiles se reportan 6 en la categoría de Amenazadas (A) y 5 en la categoría de Sujetas a Protección Especial (Pr). Por último, en el caso de los anfibios sólo se reportan 7 especies, de las cuales 1 está en la categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr) y 1 en la categoría de Amenazadas (A) (siguiente Tabla).

**Tabla IV-27. Listado de especies potenciales (nombre científico y común) de vertebrados terrestres presentes en el SAR y su categoría de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010
<b>Clase Mammalia</b>		
Tlacuache norteño	<i>Didelphis virginiana</i>	--
Ardilla Vientre rojo	<i>Sciurus aureogaster</i>	--
Ardillón de rocas	<i>Otospermophilus variegatus</i>	--
Tuza de la cuenca de México	<i>Cratogeomys merriami</i>	--
Tuza del eje neovolcánico	<i>Cratogeomys fumosus</i>	A
Ratón norteamericano	<i>Peromyscus maniculatus</i>	--
Ratón pigmeo norteño	<i>Baiomys taylori</i>	--
Cacomixtle norteño	<i>Bassariscus astutus</i>	--

Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010
Comadreja cola larga	<i>Neogale frenata</i>	--
Zorrillo manchado sureño	<i>Spilogale angustifrons</i>	--
Murciélago trompudo	<i>Choeronycteris mexicana</i>	A
Murciélago magueyero	<i>Leptonycteris yerbabuenae</i>	--
Murciélago canoso de cola peluda	<i>Lasiurus cinereus</i>	--
Miotis mexicano	<i>Myotis velifer</i>	--
Murciélago de cola suelta	<i>Nyctinomops macrotis</i>	--
Murciélago de cola corta	<i>Tadarida brasiliensis</i>	--
<b>Clase Amphibia</b>		
Rana Leopardo de Moctezuma	<i>Lithobathes montezumae</i>	Pr
Rana de Tláloc	<i>Lithobathes tlalci</i>	P
Rana Arborícola	<i>Hyla eximia</i>	--
Sapo Montícola de espuela	<i>Spea multiplicata</i>	--
Rana ladradora amarillo	<i>Craugaster augusti</i>	--
Sapo de meseta	<i>Anaxyrus compactilis</i>	--
Sapo de los pinos	<i>Incilius occidentalis</i>	--
<b>Clase Reptilia</b>		
Tortuga pecho quebrado pata rugosa	<i>Kinosternon hirtipes</i>	Pr
Tortuga pecho quebrado mexicana	<i>Kinosternon integrum</i>	Pr
Lagartijas alicante	<i>Barisia imbricata</i>	--
Camaleón de montaña	<i>Phrynosoma orbiculare</i>	A
Lagartija espinosa llanera	<i>Sceloporus aeneus</i>	--
Lagartija espinosa del mezquite	<i>Sceloporus grammicus</i>	Pr
Lagartija espinosa de pastizal	<i>Sceloporus scalaris</i>	--
Lagartija espinosa mexicana	<i>Sceloporus spinosus</i>	--
Lagartija espinosa de collar	<i>Sceloporus torquatus</i>	--
Culebra terrestre dos líneas	<i>Conopsis biserialis</i>	A
Culebra terrestre del centro	<i>Conopsis lineata</i>	--
Culebra gris nariz de pala	<i>Conopsis nasus</i>	--
Alicante	<i>Pituophis deppei</i>	A
Culebra parda mexicana	<i>Storeria storerioides</i>	--
Culebra de agua nómada mexicana	<i>Thamnophis eques</i>	A
Culebra de agua de panza negra	<i>Thamnophis melanogaster</i>	A
Culebra listonada de montaña cola larga	<i>Thamnophis scalaris</i>	A
Cascabel ocelada	<i>Crotalus polystictus</i>	Pr

Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010
Cascabel pigmea mexicana	<i>Crotalus ravus</i>	Pr
<b>Clase Aves</b>		
Pato norteño	<i>Anas platyrhynchos</i>	--
Cerceta alas verdes	<i>Anas crecca</i>	--
Cerceta Alas Azules	<i>Spatula discors</i>	--
Pato cucharon norteño	<i>Spatula clypeata</i>	--
Cerceta canela	<i>Spatula cyanoptera</i>	--
Pato tepalcate	<i>Oxyura jamaicensis</i>	--
Pato real	<i>Cairina moschata</i>	P
Pato chalcuán	<i>Mareca americana</i>	--
Pijije Alas Blancas	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	--
Pato golondrino	<i>Anas acuta</i>	--
Garza dedos dorados	<i>Egretta thula</i>	--
Garza Ganadera	<i>Bubulcus ibis</i>	--
Garcita Verde	<i>Butorides virescens</i>	--
Garza Nocturna Corona Negra	<i>Nycticorax nycticorax</i>	--
Garza tricolor	<i>Egretta tricolor</i>	--
Garza morena	<i>Ardea herodias</i>	--
Garza blanca	<i>Ardea alba</i>	--
Garza Nocturna Corona Clara	<i>Nyctanassa violacea</i>	--
Garceta azul	<i>Egretta caerulea</i>	--
Zambullidor pico grueso	<i>Podilymbus podiceps</i>	--
Pelícano Blanco Americano	<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	--
Ibis Ojos Rojos	<i>Plegadis chihi</i>	--
Zopilote aura	<i>Cathartes aura</i>	--
Gavilán de Cooper	<i>Accipiter cooperii</i>	Pr
Aguililla rojinegra	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Pr
Aguililla cola roja	<i>Buteo jamaicensis</i>	--
Águila pescadora	<i>Pandion haliaetus</i>	--
Cerníalo americano	<i>Falco sparverius</i>	--
Lechuza de campanario	<i>Tyto alba</i>	--
Gallineta Frente Roja	<i>Gallinula galeata</i>	--
Gallareta americana	<i>Fulica americana</i>	--
Chorlo tildío	<i>Charadrius vociferus</i>	--
Monjita Americana	<i>Himantopus mexicanus</i>	--

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>NOM-059-SEMARNAT-2010</b>
Avoceta americana	<i>Recurvirostra americana</i>	--
Playero alzacolita	<i>Actitis macularius</i>	--
Patamarilla menor	<i>Tringa flavipes</i>	--
Costurero pico largo	<i>Limnodromus scolopaceus</i>	--
Zambullidor Orejón	<i>Podiceps nigricollis</i>	--
Cormorán neotropical	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	--
Paloma Doméstica	<i>Columba livia</i>	--
Huilota Comón	<i>Zenaida macroura</i>	--
Tortolita Cola Larga	<i>Columbina inca</i>	--
Paloma de Collar Turca	<i>Streptopelia decaocto</i>	--
Paloma Alas Blancas	<i>Zenaida asiatica</i>	--
Perico Monje Argentino	<i>Myiopsitta monachus</i>	--
Perico frente naranja	<i>Eupsittula canicularis</i>	Pr
Loro cabeza amarilla	<i>Amazona oratrix</i>	P
Colibrí garganta azul	<i>Lampornis clemenciae</i>	--
Zumbador Canelo	<i>Selasphorus rufus</i>	--
Colibrí pico ancho	<i>Cyananthus latirostris</i>	--
Colibrí berilo	<i>Amazilia beryllina</i>	--
Colibrí corona violeta	<i>Amazilia violiceps</i>	--
Zafiro Orejas Blancas	<i>Hylocharis leucotis</i>	--
Carpintero mexicano	<i>Dryobates scalaris</i>	--
Carpintero Moteado	<i>Sphyrapicus varius</i>	--
Papamoscas de Hammond	<i>Empidonax hammondii</i>	--
Mosquero cardenal	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	--
Tirano Chibirí	<i>Tyrannus vociferans</i>	--
Papamoscas Pecho Canela	<i>Empidonax fulvifrons</i>	--
Papamoscas negro	<i>Sayornis nigricans</i>	--
Papamoscas Amarillo Barranquero	<i>Empidonax occidentalis</i>	--
Verdugo Americano	<i>Lanius ludovicianus</i>	--
Golondrina verdemar	<i>Tachycineta thalassina</i>	--
Golondrina tijereta	<i>Hirundo rustica</i>	--
Sastrecillo	<i>Psaltriparus minimus</i>	--
Saltapared Barranquero	<i>Catherpes mexicanus</i>	--
Saltapared cola larga	<i>Thryomanes bewickii</i>	--
Perlita Azulgrís	<i>Poliptila caerulea</i>	--

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>NOM-059-SEMARNAT-2010</b>
Reyezuelo Matraquita	<i>Regulus calendula</i>	--
Zorzal mexicano	<i>Catharus occidentalis</i>	--
Mirlo dorso canela	<i>Turdus rufopalliatu</i>	--
Mirlo primavera	<i>Turdus migratorius</i>	--
Cuicacoche Pico Curvo	<i>Toxostoma curvirostre</i>	--
Chinito	<i>Bombycilla cedrorum</i>	--
Capulínero gris	<i>Ptiliogonys cinereus</i>	--
Chipe trepador	<i>Mniotilta varia</i>	--
Mascarita matorralera	<i>Geothlypis nelsoni</i>	--
Chipe de Townsend	<i>Setophaga townsendi</i>	--
Chipe corona negra	<i>Cardellina pusilla</i>	--
Mascarita común	<i>Geothlypis trichas</i>	--
Chipe rabadilla amarilla	<i>Setophaga coronata</i>	--
Chipe cabeza amarilla	<i>Setophaga occidentalis</i>	--
Gorrión Doméstico	<i>Passer domesticus</i>	--
Picogordo tigrillo	<i>Pheucticus melanocephalus</i>	--
Jilguerito Dominicó	<i>Spinus psaltria</i>	--
Pinzón mexicano	<i>Haemorhous mexicanus</i>	--
Rascador Viejita	<i>Melospiza fusca</i>	--
Gorrión Cejas Blancas	<i>Spizella passerina</i>	--
Zacatonero Corona Canela	<i>Aimophila ruficeps</i>	--
Gorrión de Lincoln	<i>Melospiza lincolni</i>	--
Gorrión cantor	<i>Melospiza melodia</i>	--
Gorrión sabanero	<i>Passerculus sandwichensis</i>	--
Mulato azul	<i>Melanotis caerulescens</i>	--
Picochueco Vientre Canela	<i>Diglossa baritula</i>	--
Chara verde	<i>Cyanocorax yncas</i>	--
Semillero de collar	<i>Sporophila torqueola</i>	--
Calandria Tunera	<i>Icterus parisorum</i>	--
Calandria Cejas Naranjas	<i>Icterus bullockii</i>	--
Calandria Dorso Negro Mayor	<i>Icterus gularis</i>	--
Tordo cabeza café	<i>Molothrus ater</i>	--
Tordo Ojos Rojos	<i>Molothrus aeneus</i>	--
Tordo sargento	<i>Agelaius phoeniceus</i>	--
Zanate mexicano	<i>Quiscalus mexicanus</i>	--

Sujetas a Protección especial (Pr) Amenazadas (A) y en Peligro de extinción (P). Con el símbolo -- se indican las especies que no están en ninguna categoría de protección.

#### *Especies registradas en campo bajo muestreos directos*

Para entender la influencia del proyecto sobre la diversidad de vertebrados, se realizó un muestreo de especies de vertebrados en el SAR y en el área inmediata. Con esta aproximación se conocerán las especies que pudieran verse afectadas por el establecimiento del proyecto. Además, con la identificación de especies potenciales bajo alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010 se pueden identificar afectaciones potenciales a especies no muestreadas en campo por su potencial baja densidad de individuos.

El muestreo se realizó en dos grandes zonas, la primera consiste dentro del trazo del proyecto y en su área inmediata al mismo, <50 m. Esta decisión se tomó toda vez que el proyecto es una obra de infraestructura lineal, y no se puede asumir que la presencia de alguna especie dentro del área del proyecto es del tipo residente y exclusiva a esa zona. Sin embargo, el muestreo dentro del SAR si puede incluir más de una especie no presente en la zona del proyecto toda vez que la amplitud del territorio evaluado es mayor con más diversidad de condiciones biológicas.

#### *Muestreo en zona del proyecto y su área inmediata de influencia*

**Aves.** Se obtuvieron un total de 9 puntos fijos con lo cual se registró un total de 351 individuos de 22 especies (Tabla IV.26). Aguillilla rojinegra (*Parabuteo unicinctus*) es la única especie que se registró dentro de alguna categoría de protección (protección especial; Pr). Esta especie se reconoce de amplia distribución en el norte de y en la región de la Sierra Madre Occidental México. Sin embargo, no existen evidencia de poblaciones nativas en la Ciudad de México por lo cual es muy importante señalar que esta especie ha sido considerada como exótica en la Ciudad de México (Álvarez-Romero et al., 2008). Hay evidencia que indica que esta especie fue introducida en la Ciudad de México en la década de los 80's y desde entonces sus registros han incrementado.

Las especies más frecuentemente registradas fueron el pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus*) con 53 registros, seguido de la golondrina tijereta (*Hirundo rustica*) con 50 registros y en tercer lugar la paloma doméstica (*Columba livia*) con 49 registros. Estas tres especies representaron alrededor del 50% de los individuos registrados en la zona del proyecto. Ninguna de estas especies enlistada

se encuentra en alguna categoría de la NOM-059. Además, estas especies están asociadas a sitios con alta perturbación humana.

*Mamíferos.* Para el monitoreo de mamíferos se hicieron 3 transectos diurnos con distancia variable que fue de 800 metros. La suma de los 3 recorridos fue de 2.4 Km. Con este esfuerzo de muestreo no se registró ninguna especie de mamífero por avistamiento o por rastro (huellas, excretas o madrigueras) dentro del trazo.

*Anfibios y reptiles.* Para este grupo también se utilizaron los transectos diurnos para mamíferos recorriendo los 2.4 km y utilizando los mismos esfuerzos de muestreo. No se registró ninguna especie de estos dos grupos dentro durante el trabajo de campo.

#### *Muestreo en el SAR*

*Aves.* Se establecieron 6 puntos fijos de observación, en donde se registraron 294 individuos de 26 especies (Tabla IV.26). De estas especies, dos se encuentran en alguna categoría de protección y son: el Pato mexicano (*Anas diazi*) en la categoría de Amenazada (A) y el perico frente naranja (*Eupsittula canicularis*) en la categoría de Protección Especial (Pr). Es importante señalar que el caso del perico frente naranja es una especie considerada exótica para la Ciudad de México por estar fuera de su distribución natural y es posible que el registro corresponda a un individuo que se escapó de alguna casa ya que es una especie común como mascota.

Las cuales con el mayor número de registros corresponden a pato mexicano (*Anas diazi*) con 72 individuos. Esta especie dominante se observaron en los estanques de la Alameda Oriente. Estos lagos se encuentran a ~400 metros a la porción más próxima en área del proyecto. La segunda especie más abundante fue el pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus*) con 64 registros, seguida de la golondrina tijereta (*Hirundo rustica*) y el Perico monje argentino (*Myiopsitta monachus*) ambas con 21 individuos observados. Estas especies representaron alrededor del 50 % de los individuos registrados en el SAR. De estas especies sólo el pato mexicano (*Anas diazi*) fue la especie que se encuentra enlistada en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

*Mamíferos.* Para el monitoreo de mamíferos se hicieron 3 transectos diurnos con distancia variable que fue de 800 metros. La suma de los 3 recorridos fue de 2.4 Km. Con este esfuerzo de muestreo



se registraron 10 individuos de 1 especie de mamífero por avistamiento. La única especie registrada fue la ardilla vientre rojo (*Sciurus aureogaster*), que no se encuentra en ninguna categoría de riesgo y es considerada una especie común.

*Anfibios y reptiles.* Para el monitoreo de anfibios y reptiles se hicieron 3 transectos diurnos con distancia variable que fue de 800 metros. La suma de los 3 recorridos fue de 2.4 Km. Además, se realizó un transecto de 500 metros (inicio 14Q 495925 E 2151240 N; termino 495699 E 2150795 N) en la porción más cercana entre el canal y el límite del proyecto (35 metros, ubicado entre el Km 6+300 y 6+760). En ninguno de los casos se registró alguna especie anfibios o reptiles.

**Tabla IV.26. Listado de las especies registradas dentro del Trazo vs. SAR y su categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en la Lista Roja de la UICN de los 4 grupos de vertebrados terrestres.**

Nombre común	Nombre científico	Dentro del Trazo	Fuera del Trazo	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN
<b>Mamíferos</b>					
Ardilla vientre rojo	<i>Sciurus aureogaster</i>		✓	--	LC
<b>Aves</b>					
Cerceta canela	<i>Spatula cyanoptera</i>	✓		--	LC
Pato cucharón norteño	<i>Spatula clypeata</i>		✓	--	LC
Pato mexicano	<i>Anas diazi</i>		✓	A	NE
Pato real doméstico	<i>Cairina moschata var. domestica</i>		✓	--	NE
Chorlo tildío	<i>Charadrius vociferus</i>	✓		--	LC
Playero alzacolita	<i>Actitis macularis</i>		✓	--	LC
Ibis ojos rojos	<i>Plegadis chihi</i>	✓		--	LC
Garza blanca	<i>Ardea alba</i>	✓	✓	--	LC
Gallineta frente roja	<i>Gallinula galeata</i>		✓	--	LC
Tórtola cola larga	<i>Columbina inca</i>	✓	✓	--	LC
Paloma huilota	<i>Zenaida macroura</i>	✓	✓	--	LC
Paloma doméstica	<i>Columba livia</i>	✓	✓	--	LC
Paloma aliblanca	<i>Zenaida asiatica</i>	✓	✓	--	LC
Paloma de collar Turca	<i>Streptopelia decaocto</i>	✓	✓	--	LC
Aguililla rojinegra	<i>Parabuteo unicinctus</i>	✓		Pr	LC
Cernícalo	<i>Falco sparverius</i>	✓		--	LC

Nombre común	Nombre científico	Dentro del Trazo	Fuera del Trazo	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN
americano					
Colibrí pico ancho	<i>Cynanthus latirostris</i>	✓	✓	--	LC
Perico frente naranja	<i>Eupsittula canicularis</i>		✓	Pr	LC
Perico monje Argentino	<i>Myiopsitta monachus</i>	✓	✓	--	LC
Golondrina tijereta	<i>Hirundo rustica</i>	✓	✓	--	LC
Carpintero mexicano	<i>Picoides scalaris</i>	✓		--	LC
Carpintero moteado	<i>Sphyrapicus varius</i>		✓	--	LC
Papamoscas cardenalito	<i>Pyrocephalus rubinus</i>		✓	--	LC
Cuicacoche pico curvo	<i>Toxostoma curvirostre</i>	✓		--	LC
Sastrecilo	<i>Psaltriparus minimus</i>	✓	✓	--	LC
Saltapared cola larga	<i>Thryomanes bewickii</i>		✓	--	LC
Perlita azulgris	<i>Polioptila caerulea</i>		✓	--	LC
Chipe rabadilla amarilla	<i>Setophaga coronata</i>		✓	--	LC
Rascador viejita	<i>Melospiza fusca</i>		✓	--	LC
Jilguerito dominico	<i>Spinus psaltria</i>	✓	✓	--	LC
Pinzón mexicano	<i>Haemorhous mexicanus</i>	✓	✓	--	LC
Gorrión casero	<i>Passer domesticus</i>	✓	✓	--	LC
Tordo ojos rojos	<i>Molothrus aeneus</i>	✓		--	LC
Zanate mayor	<i>Quiscalus mexicanus</i>	✓	✓	--	LC
<b>Total</b>		22 especies	27 especies		

En la penúltima columna se indica las especies que están en alguna categoría de riesgo a nivel nacional: Sujetas a Protección especial (Pr) Amenazadas (A) y en Peligro de extinción (P). Con el símbolo ✓ se representa si la especie fue registrada dentro o fuera del Trazo. Con el símbolo -- se indican las especies que no están en ninguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. En la última columna se enlista las especies que están en la lista roja de la IUCN en las categorías NE= No evaluado; DD= datos deficientes; LC = bajo riesgo; NT =Casi amenazado; VU =Vulnerable; EN =Amenazado; CR= Críticamente Amenazado; EW = Extinto en vida silvestres y EX =Extinto.

### Índices de Diversidad y Similitud

Con los registros de riqueza y abundancia de las especies observadas durante periodo de muestreo (siguiente Tabla) se determinaron los índices de Shannon y Simpson que permiten comparar la biodiversidad dentro del trazo y el SAR. Para este caso se asumió independencia en las observaciones, por lo que las especies registradas dentro del Trazo y en sus inmediaciones sólo se consideraron como observaciones vinculantes al proyecto. Esta aproximación se definió toda vez que de esta manera no se subestima la posible afectación del proyecto en la biodiversidad regional, pese a reconocer que ninguna de las especies registradas en la zona del trazo puede considerarse como residente.

Complementariamente a estos análisis, se evaluó el índice de Sorensen para determinar el grado de similitud entre los dos sitios, es decir, las especies que hay dentro del trazo y el SAR.

El análisis del **índice diversidad de Shannon** determinada que el trazo del proyecto tiene una  $H = 2.5273$  y mientras en el SAR el  $H = 2.5212$ . Esto indica que la diversidad de ambos componentes es igual. Para el caso del **índice de Similitud de Sorensen** se determinó una similitud de los dos sitios del 57.14 %, lo que indican un muy alto grado de similitud entre los dos sitios, conclusiones similares a las de Shannon. Es importante resaltar, que dentro del área de trazo hubo una mayor intensidad de muestreo sobre el SAR lo que pone de manifiesto que para lograr índices de biodiversidad similares, los esfuerzos de muestreos deben ser mayores a los del SAR. Lo que nos sugiere un claro proceso de perturbación antrópica y la menor importancia biológica de esta zona en contraste con el SAR. Esto sin considerar que al momento de muestrear la zona del trazo también se incluyeron puntos de observación en la zona de influencia del SAR y fuera de la zona de trazo (siguiente Figura).

**Tabla IV-28. Riqueza y abundancia utilizada para establecer los índices de Diversidad y Similitud.**

Nombre común	Nombre científico	Individuos	
		Dentro del Trazo	SAR
Ardilla vientre rojo	<i>Sciurus aureogaster</i>	0	10
Cerceta canela	<i>Spatula cyanoptera</i>	36	0
Pato cucharón norteco	<i>Spatula clypeata</i>	0	13
Pato mexicano	<i>Anas diazi</i>	0	72
Pato real doméstico	<i>Cairina moschata var. domestica</i>	0	1

Nombre común	Nombre científico	Individuos	
		Dentro del Trazo	SAR
Chorlo tildío	<i>Charadrius vociferus</i>	2	0
Playero alzacolita	<i>Actitis macularis</i>	0	1
Ibis ojos rojos	<i>Plegadis chihi</i>	4	0
Gallineta frente roja	<i>Gallinula galeata</i>	0	2
Garza blanca	<i>Ardea alba</i>	6	8
Tórtola cola larga	<i>Columbina inca</i>	22	5
Paloma huilota	<i>Zenaida macroura</i>	9	4
Paloma doméstica	<i>Columba livia</i>	49	8
Paloma aliblanca	<i>Zenaida asiatica</i>	17	4
Paloma de collar Turca	<i>Streptopelia decaocto</i>	4	3
Aguililla rojinegra	<i>Parabuteo unicinctus</i>	1	0
Cernícalo americano	<i>Falco sparverius</i>	1	0
Colibrí pico ancho	<i>Cyanthus latirostris</i>	2	2
Perico monje Argentino	<i>Myiopsitta monachus</i>	29	21
Perico frente naranja	<i>Eupsittula canicularis</i>	0	1
Golondrina tijereta	<i>Hirundo rustica</i>	50	21
Carpintero mexicano	<i>Picoides scalaris</i>	1	0
Carpintero moteado	<i>Sphyrapicus varius</i>	0	1
Papamoscas cardenalito	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	0	5
Cuicacoche pico curvo	<i>Toxostoma curvirostre</i>	1	0
Perlita azulgris	<i>Poliptila caerulea</i>	0	3
Chipe rabadilla amarilla	<i>Setophaga coronata</i>	0	8
Saltapared cola larga	<i>Thryomanes bewickii</i>	0	2
Sastrecilo	<i>Psaltriparus minimus</i>	4	3
Jilguero dominico	<i>Spinus psaltria</i>	6	2
Rascador viejita	<i>Melospiza fusca</i>	0	1
Pinzón mexicano	<i>Haemorhous mexicanus</i>	53	64
Gorrión casero	<i>Passer domesticus</i>	16	10
Tordo ojos rojos	<i>Molothrus aeneus</i>	4	0
Zanate mayor	<i>Quiscalus mexicanus</i>	34	29
	<b>Individuos Totales</b>	<b>351</b>	<b>304</b>

Es importante indicar que las aves registradas son consideradas como comunes para esta zona, ninguna de las especies registradas son raras o con poblaciones en declive. De hecho, algunos autores han indicado que estas especies pueden ser consideradas como especies que se benefician de las actividades antropogénicas (Olmo y Roldán, 2013).

Por otro lado, las especies que aportaron el mayor número de individuos registrados durante el monitoreo son 7 especies. Estas 7 especies que aportan el 80 % de los totales: zanate (*Quiscalus mexicanus*), el pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus*), Tórtola cola larga (*Columbina inca*) y especies exóticas como son el Perico monje Argentino (*Myiopsitta monachus*), las palomas domésticas (*Columba livia*), la Paloma de collar Turca (*Streptopelia decaocto*), el Gorrión casero (*Passer domesticus*) y la Aguililla rojinegra (*Parabuteo unicinctus*) que también es considerada como exótica para la Ciudad de México y Estado de México (Álvarez- Romero *et al.*, 2008).

La **riqueza específica (S)** es la forma más sencilla de medir la biodiversidad debido a que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de estas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la comunidad.

En este estudio se realizó considerando todas las especies presentes dentro y fuera del trazo del proyecto, teniendo como principal resultado una riqueza dentro del trazo de 22 especies mientras que las especies que se registraron fuera del trazo fue de 27. Del total de especies obtenidas el 96 % fueron registros de aves y solo el 6 % que equivalente a 1 especie fue un mamífero. Para poner en contexto este número de especies registradas en este proyecto se realizó una revisión de las especies registradas a zonas cercanas con diferentes grados de perturbación, por ejemplo, en un bosque templado del Parque Nacional de Zoquiapan ubicado en el Estado de México se reportó una riqueza de 51 especies (Ugalde-Ledezma *et al.*, 2010), es decir, el doble de la riqueza que se registró en este estudio. Para el caso del estudio publicado sobre aves en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (RPSA) de Ciudad Universitaria dentro de la Ciudad de México se registró una riqueza de 148 especies, entre especies residentes y migratorias. Comparada con las 22 especies reportadas dentro del trazo es ampliamente superior en al menos 8 veces (Chávez y Gurrola, 2007).

Además, el listado de especies de aves del trazo del proyecto registrado en este estudio reportó que de esas 22 especies algunas son exóticas como son los casos de las palomas de collar turca (*Streptopelia decaocto*), el gorrión casero (*Passer domesticus*), el perico Monje Argentino (*Myiopsitta monachus*), las palomas domésticas (*Columba livia*), el pato real doméstico (*Cairina moschata var. domestica*), especies que no son nativas, con lo cual estaríamos reduciendo aún más el número de especies a tan solo 17 especies. Demostrando la reducida riqueza de especies en la zona de interés.

En cuanto a la diversidad reportada por el **índice de Shannon** dentro del trazo del proyecto fue de  $H = 2.52$  y para fuera del trazo fue de  $H = 2.52$ . Prácticamente el mismo en ambos casos. Estos valores obtenidos muestran que el sitio muestra una diversidad promedio, es decir, no son sitios con alta diversidad ya que para tal afirmación se requiere que los índices de Shannon hubieran sido superiores a 3 (Pia, 2006).

Con fines comparativos se toma de referencia la biodiversidad obtenida y reportada en diferentes regiones con diferentes tipos de vegetación y características en México, pero que nos servirán como referencia para entender el valor de alto valor del Índice de Shannon. Ejemplo de esto es el valor reportado en una región del centro de Veracruz donde se reporta un Índice de Shannon de 4.24 (Bojorges y López-Mata, 2005) o bien la diversidad reportada en un Bosque Templado del centro de Guerrero donde obtuvo un valor de 3.80 (Almazán-Núñez y Puebla-Olivares, 2009). En ambos casos superiores y mostrando altos niveles de diversidad por superar el valor de 3 como se menciona, a diferencia del sitio del proyecto que no alcanza ese valor y es considerado un valor de diversidad promedio, además sin dejar de lado lo que se ha comentado acerca de la composición de las especies presentes en trazo que son especies que por un lado son exóticas y en el caso de las que son nativas de esta región son especies beneficiadas por los cambios antropogénicos y el alto grado de urbanización y baja o nula disponibilidad de hábitat natural en esta zona.

#### *Especies identificadas y fotografiadas*

En las siguientes figuras se muestran las especies que se avistaron en los muestreos del presente proyecto.



**Figura IV-50. Perico monje argentino (*Myiopsitta monachus*) especie exótica y una de las especies más abundantes durante el muestreo, dentro y fuera del trazo.**



**Figura IV-51. Cerceta canela (*Spatula cyanoptera*), especie migratoria, volando sobre el trazo del proyecto.**



**Figura IV-52. Chipe rabadilla amarilla (*Setophaga coronata*), especie migratoria registrada fuera del trazo del proyecto.**



**Figura IV-53. Carpintero moteado (*Sphyrapicus varius*), especie registrada fuera del trazo del proyecto.**





**Figura IV-54. Gallineta frente roja (*Gallinula galeata*), especie registrada fuera del trazo del proyecto.**



**Figura IV-55. Pato real doméstico (*Cairina moschata* var. *domestica*), especie registrada fuera del trazo del proyecto.**



**Figura IV-56. Papamoscas cardenalito (*Pyrocephalus rubinus*) especie registrada fuera del trazo del proyecto.**



**Figura IV-57. Pato cucharón norteamericano (*Spatula clypeata*) especie registrada fuera del trazo del proyecto.**



**Figura IV-58. Tórtola cola larga (*Columbina inca*), especie registrada dentro y fuera del trazo del proyecto.**



**Figura IV-59. Cernícalo americano (*Falco sparverius*), especie migratoria, perchada sobre el trazo del proyecto.**



**Figura IV-60. Ardilla vientre rojo (*Sciurus aureogaster*), la única especie de mamífero silvestre registrado del muestreo.**



**Figura IV-61. Pato cucharón norteamericano (*Spatula clypeata*) especie registrada fuera del trazo del proyecto.**



**Figura IV-62. Pato mexicano (*Anas diazi*), especie registrada fuera del trazo del proyecto.**



**Figura IV-63. Garza blanca (*Ardea alba*), especie registrada dentro y fuera del trazo del proyecto.**



**Figura IV-64. Zanate mayor (*Quiscalus mexicanus*), especie registrada dentro y fuera del trazo del proyecto.**



**Figura IV-65. Perlita azulgris (*Polioptila caerulea*), especie registrada fuera del trazo del proyecto.**



Figura IV-66. Pinzón mexicano (*Haemorrhous mexicanus*), especie registrada dentro y fuera del trazo del proyecto.

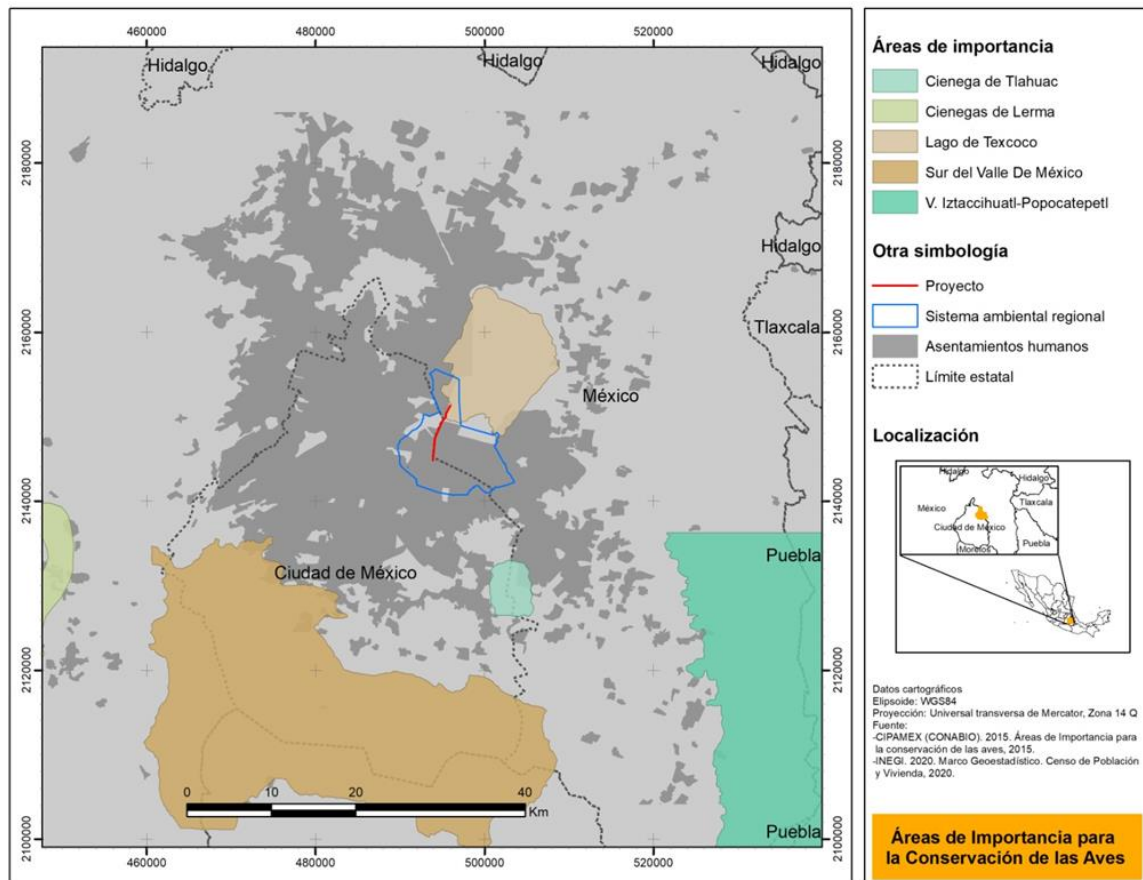


Figura IV-67. Hembra de Jilguerito dominico (*Spinus psaltria*), especie registrada dentro y fuera del trazo del proyecto.

Áreas de importancia para la conservación biológicas

Área de importancia para la conservación de las aves (AICAS)

Las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves más cercanas a la Ciudad de México y su zona metropolitana son El lago de Texcoco, Ciénegas de Tláhuac, Sur del valle de México, Volcanes Iztaccíhuatl-Popocatepetl y Ciénegas de Lerma. Una parte del área norte del proyecto se encuentra en el extremo suroeste de esta AICA (siguiente Figura).



**Figura IV-68. Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA) cercanas a la Ciudad de México y su zona metropolitana.**

Entre 1998 y 1999, los especialistas regionales revisaron las 193 áreas y propusieron de manera definitiva 218 áreas sobre un mapa con escala 1:250,000. En 2013-2014 se identificaron mediante convocatoria abierta nuevas áreas que cubren los requisitos de la red de AICAS. En México, hasta el año 2015 se han registrado 272 AICAS, las cuales quedaron clasificadas en alguna de las cinco categorías que incluyeron: 1) sitios en donde se presentan cantidades significativas de especies que han sido catalogadas como amenazadas, en peligro de extinción, vulnerables o en declive numérico,



2) zonas que mantienen poblaciones locales con rangos de distribución restringido, 3) áreas que mantienen conjuntos de especies restringidos a un bioma o hábitat único o amenazado, 4) lugares que presentan congregaciones grandes de individuos y 5) sitios importantes para la investigación ornitológica (Berlanga et al. 2008, Arriaga-Cabrera, 2009). En 2007 las AICAs mexicanas fueron categorizadas de acuerdo con los criterios globales del programa IBAs de *Birdlife* International (siguiente Tabla).

**Tabla IV-29. Criterios globales de Birdlife International.**

Criterio		Descripción
A1	Especies globalmente amenazadas	El área alberga regularmente cantidades significativas de una especie mundialmente amenazada o de una especie cuya conservación sea de interés mundial.
A2	Especies de distribución restringida	El área alberga una proporción significativa de un grupo de especies cuyas áreas de cría definen un Área de Aves Endémicas (EBA) o una EBA secundaria.
A3	Grupos de especies vinculados a un tipo de hábitat (Bioma)	El área alberga una parte significativa del grupo de especies cuyas distribuciones están confinadas total o mayoritariamente a un bioma.
A4	Concentraciones de importancia mundial	El área debe cumplir con alguno de los siguientes criterios: El área acoge regularmente el 1% o más de una población biográfica diferenciable de una especie gregaria de ave acuática. El área acoge regularmente el 1% o más de la población mundial de una especie gregaria de ave marina o terrestre. El área acoge regularmente más de 20,000 aves acuáticas o más de 10,000 parejas de aves marinas de una o más especies. El área cumple los criterios numéricos establecidos para especies migratorias en zona de paso (“cuellos de botella”).

Fuente: Programa Áreas Importantes de Aves (IBA) de BirdLife International.

El AICA (AICA-MX001) Lago de Texcoco tiene una categoría *Birdlife* 2007 A1, A4i es decir es un sitio en donde se presentan cantidades significativas de especies que han sido catalogadas como amenazadas, en peligro de extinción, vulnerables o en declive numérico. De acuerdo con CONABIO (2021), esta AICA tiene un área de 1,700 ha de lagos permanentes y 2,000 ha de charcas someras estacionales, lo cual favorece el establecimiento de grandes colonias de anidación y reposo de aves acuáticas y playeras. Se constituye por cinco lagos artificiales permanentes con aportes de agua de los ríos Xalapango, Coxcacoco, Texcoco, San Bernardino y Churubusco, así como por aportes de

aguas negras provenientes del dren de la Ciudad de México. Existe un plan de manejo que no contempla de manera formal la conservación de la vida silvestre.

La vegetación se compone de gramíneas halófitas en una extensión aproximada de 5,000 ha. Este sitio mantiene poblaciones de 100,000 o más aves acuáticas durante el invierno, siendo el área más importante de las dos o tres zonas de invernación de aves acuáticas del Valle de México (CONABIO, 2021).

El lago de Texcoco se encuentra ubicado dentro de la ruta migratoria central del hemisferio norte, por lo que es un sitio de descanso e invernación para muchas especies de aves acuáticas y migratorias, también es un sitio de reproducción de aves residentes. Es un sistema lacustre que aporta servicios ecosistémicos al valle de México (Birdlife International, 2021).

De acuerdo con la evaluación realizada por *Birdlife* en 2015, se presentan los criterios y las especies desencadenantes para mantener al Lago de Texcoco como un AICA (siguiente Tabla).

**Tabla IV-30. Poblaciones de especies desencadenantes de IBA.**

Especies	Lista Roja de la UICN	Temporada	Año de estimación	Estimación de población	Criterios de IBA activados
Pato Ruddy ( <i>Oxyura jamaicensis</i> )	LC	residente	2015	30.000-56.808 personas	A4i
Cuchareta norteña ( <i>espátula clypeata</i> )	LC	invierno	2015	50.000-71.131 personas	A4i
Espátula de canela verde azulado ( <i>cyanoptera</i> )	LC	residente	1995	5,000 individuos	A4i
Zampullín de cuello negro ( <i>Podiceps nigricollis</i> )	LC	invierno	2009	15.000 personas	A4i
Carril mexicano ( <i>Rallus tenuirostris</i> )	NT	residente	2013-2014	40 personas	A1
Chorlito nevado ( <i>Charadrius nivosus</i> )	NT	cría	2005-2014	144 nidos	A4i
Lavandera de Baird ( <i>Calidris bairdii</i> )	LC	paso	2005-2007	min 5.000 individuos	A4i
Playero menor ( <i>Calidris minutilla</i> )	LC	paso	2013	min 7.000	A4i

Especies	Lista Roja de la UICN	Temporada	Año de estimación	Estimación de población	Criterios de IBA activados
				individuos	
)Phalarope de Wilson ( <i>Steganopus tricolor</i> )	LC	paso	2011	min 62.000 individuos	A4i
Pechiamarilla de cuello negro ( <i>Geothlypis speciosa</i> )	VU	residente	2014-2015	10 personas	A1, A2
A4iii Grupo de especies - aves acuáticas	n/a	paso	2000-2015	60.000-200.000 individuos	A4iii

A nivel internacional de acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) en Bajo riesgo (LC), Vulnerable (VU), Casi Amenazadas (NT).

Fuente: Birdlife International, 2021.

Con respecto a los impactos y probables disturbios sobre las aves playeras en la zona, se identifican la cacería furtiva, la presencia de perros salvajes; y el cambio de uso de suelo. Con respecto a las amenazas sobre el sitio (pasado, presente y futuro), se consideran invasiones debido al aumento en la población humana en los alrededores. Por ello, en la zona del Lago de Texcoco, se cuenta con servicio de vigilancia durante las 24 horas del día a cargo de Seguridad Hidráulica de la CONAGUA.

Como parte de las acciones prioritarias sobre el manejo del sitio, se encuentran el programa permanente sobre manejo hidráulico, conservación de áreas rehabilitadas y tratamiento de aguas residuales; así como un programa de monitoreo para la zona de anidación de aves. Asimismo, se desarrolla un programa de manejo ambiental que incluye el mejoramiento de suelos salinos y sódicos para restablecer la cubierta vegetal. El manejo del recurso hídrico permite y da mantenimiento a los humedales, mediante la ejecución de obras de infraestructura hidráulica, el encauzamiento de los ríos para regular los escurrimientos pluviales, así como la descarga de aguas residuales y la operación de plantas de tratamiento de agua residual para disponer del agua necesaria en la zona. Por parte de la Gerencial Lago de Texcoco, se lleva a cabo de manera permanente un programa de Monitoreo mensual de aves playeras y aves acuáticas migratorias y residentes.

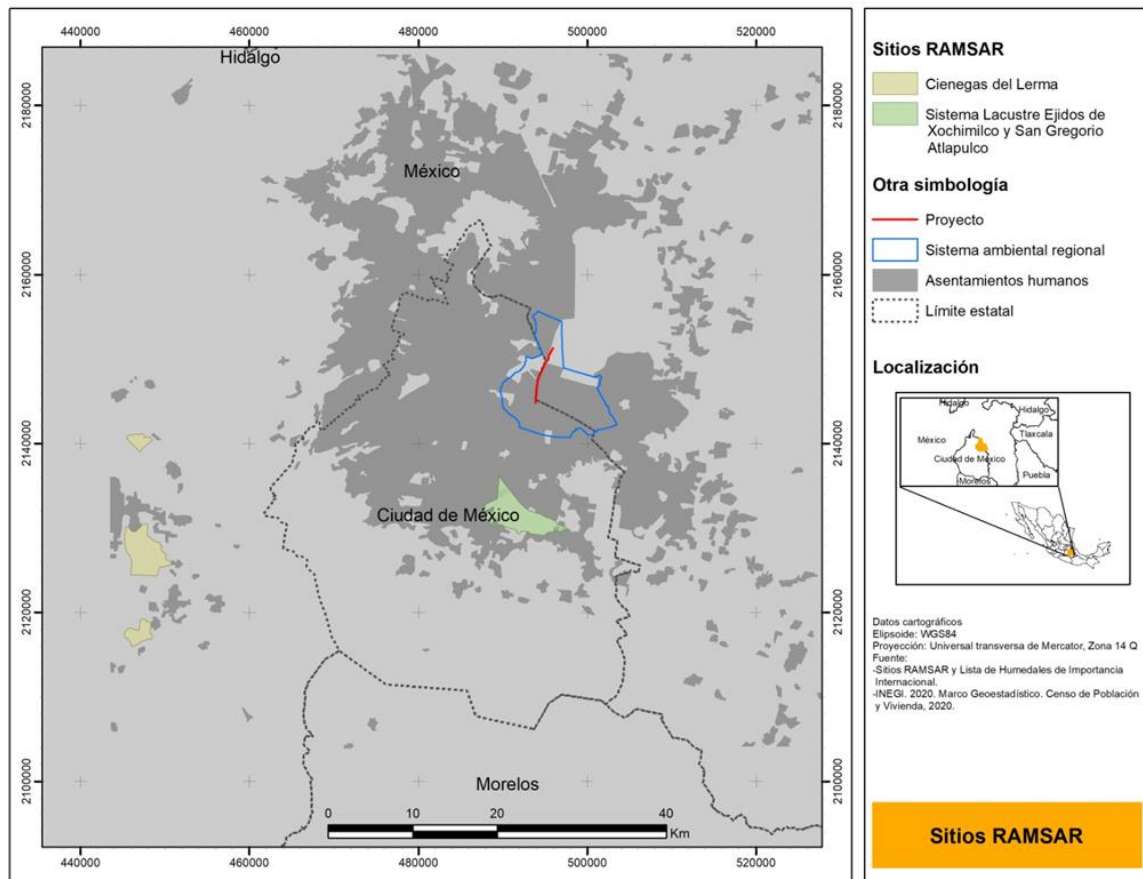
*Humedales de importancia internacional (sitios RAMSAR)*

La Convención sobre Humedales de Importancia Internacional, constituye un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en favor de la conservación y uso racional de los humedales y sus recursos dentro del territorio de sus países miembros. Fue adoptado en 1971 en la ciudad iraní de Ramsar y entró en vigor en 1975, de ahí que sea mejor conocido como Convención Ramsar. A nivel mundial está integrada por 168 partes contrastantes y desde su adopción un total de 2,168 sitios a nivel mundial han sido designados y enlistados como Humedales de Importancia Internacional, con una superficie total de 206,632,105 ha. La Convención Ramsar reconoce como humedales a todas las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de agua, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros (Ramsar, 1971).

México es miembro de la Convención Ramsar desde agosto de 1986. Cuenta con 139 Humedales de Importancia Internacional, que conjuntamente abarcan 8,833,094 ha de su territorio nacional. El sitio Ramsar más cercana al área del proyecto es el Sistema Lacustre Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco, el cual se localiza a una distancia de 9.6 km, mientras que está a más de 6 km de distancia del Sistema Ambiental Regional.

Con base en la Ficha Informativa de los Humedales Ramsar, la zona lacustre de Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco (Numero de sitio 1363) se localiza en el llamado suelo de conservación o área rural, al sureste de la Ciudad de México. Tienen una superficie de 2,657 ha y fue designada como sitio Ramsar en 2004. Constituye un ecosistema remanente de la Cuenca de México formado por planicies inundadas naturales y cuerpos de agua inducidos, es un área natural de descarga del flujo subterráneo; su importancia, en términos de biodiversidad la determina la presencia de comunidades vegetales características, los tulares, islas flotantes compuestas por tule (*Typha spp.* y *Schoenoplectus americanus*). Alberga gran cantidad de especies de flora y fauna acuática y terrestre, algunas de ellas vulnerables y de distribución muy restringida como *Nymphaea mexicana* y el *ajolote neoténico* *Ambystoma mexicanum*, aportando un patrimonio genético importante, además de funcionar como zona de alimentación y reproducción de peces y aves.

Desde tiempos prehispánicos, ha sido un lugar importante para el centro del país, debido a la realización de actividades agrícolas, mediante la creación de chinampas como forma de cultivo considerada única en el mundo; y la utilización de trajineras como transporte para el comercio regional. Sin embargo, su función como proveedor de agua a la Ciudad de México ha determinado el desecamiento de los manantiales que la alimentaban, el cambio de ésta por agua tratada y la sobreexplotación del acuífero, propiciando un descenso en el nivel de las aguas del lago, el hundimiento gradual del suelo, una notable baja en la productividad de las chinampas, y el desarrollo de actividades agrícolas diferentes a las tradicionales. Todo lo anterior ha conllevado a graves problemas de contaminación e impacto ambiental que atentan contra su condición de Patrimonio Mundial Cultural y Natural y de Zona Sujeta a Conservación Ecológica (siguiente Figura).



**Figura IV-69. Sitios Ramsar más cercano a la Ciudad de México y su zona metropolitana.**

### Regiones Hidrológicas Prioritarias

El Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias fue creado en 1998 por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Usos de la Biodiversidad (CONABIO) con el objetivo de elaborar un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país. Esta regionalización se basa en las características de biodiversidad y en los patrones sociales y económicos presentes en cada región y constituye un marco de referencia para el desarrollo de planes de investigación, conservación, uso y manejo sostenible de los recursos naturales. En total se delimitaron 110 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) en un área de 777,248 km<sup>2</sup> de las principales cuencas hidrográficas del país. Se encuentran clasificadas en: áreas de alta biodiversidad (AAB), áreas de uso por los diferentes sectores (AU), áreas que presentan algún tipo de amenaza (AA) y áreas de desconocimiento científico (AD).

La parte centro y norte del proyecto y más de la mitad del sistema Ambiental Regional se encuentra en la Región Hidrológica Prioritaria 68, Remanentes del complejo lacustre de la Cuenca de México. La cual se encuentra clasificada como AU y AA. A continuación, se describen las principales características de esta región de acuerdo con la Ficha técnica de la región (Arriaga, Aguilar y Alcocer, 2002).

Esta RHP se localiza en la Ciudad de México y Estado de México, cuenta con una superficie de 2,019.92 km<sup>2</sup>. Cuenta con recursos hídricos lénticos como canales y lagos relictos de Xochimilco y Chalco, lagos de Texcoco y Zumpango, Ciénega de Tláhuac, vasos reguladores y de recreación; así como lóuticos, ríos Magdalena, San Buenaventura, San Gregorio, Santiago, Texcoco y Ameca, arroyo San Borja. Aguas subterráneas del sistema acuífero del Valle de México.

El clima es templado subhúmedo y semiseco templado con lluvias en verano. Temperatura media anual 2-12°C. Precipitación total anual 1,200-2,000 mm. Los suelos en la cuenca del Valle de México son ricos en materia orgánica y nutrientes tipo Feozem.

Hay lagos, presas, ríos y arroyos (muy alterados, en proceso de desaparición o remanentes). La vegetación acuática se compone de *Potamogeton spp*, *Myriophyllum spp*, *Utricularia spp*, *Isoetes spp*. La fauna característica: de insectos es *Nymphoides fallax*, coleópteros y dípteros (*Hydrophilidae*, *Chironomidae*, *Sirfidae*, *Ephydriidae*); de crustáceos, existen nuevos registros para cladóceros y copépodos así como un nuevo género de cladóceros para esta cuenca; de peces *Chirostoma*

*humboldtianum*, *Girardinichthys multiradiatus*, *G. viviparus*; de anfibios *Ambystoma altamirani*, *A. mexicanum*, *A. rivularis*, *A. velasco* (posible extinción) y *Rana tlaloci* (posible extinción). En el lago de Texcoco la diversidad de aves registradas es de 134, de las cuales 74 son de ambientes acuáticos.

Las aves que se reproducen son las garcetas *Anas acuta*, *A. americana*, de color café *Anas cyanoptera*, las garcetas de alas azules *Anas discors*, el pato mexicano *Anas platyrhynchos diazi*, *Asio flammeus*, *Buteo jamaicensis*, *Calidris bairdii*, *C. minutilla*, *Circus cyaneus*, *Falco peregrinus*, el pato *tepalate* *Oxyura jamaicensis*, *Parabuteo unicinctus*, *Phalaropus tricolor*. La Ciénega de Tláhuac las aves características son *Agelaius phoeniceus*, *Anas acuta*, *A. americana*, *A. clypeata*, *A. cyanoptera*, *A. discors*, *Bubulcus ibis*, *Calidris bairdii*, *Egretta alba*, *E. tricolor*, *E. thula*, *Limnodromus scolopaceus*, *Oxyura jamaicensis*, *Plegadis chihi*. Endemismos de las plantas *Nymphaea gracilis* y *Salix bonplandiana*.

Sin embargo, en la actualidad el endemismo es bajo debido a la fuerte alteración de los ecosistemas. La mayoría de estas especies se encuentran amenazadas por pérdida de hábitat, introducción de especies exóticas, sobreexplotación de los recursos hídricos y contaminación por materia orgánica e industrial.

Los principales poblados son la zona metropolitana de la Ciudad de México, Zumpango de Ocampo, Texcoco de Mora, Xochimilco, Tláhuac, Cd. Netzahualcóyotl, Chalco. La actividad económica principal es 45 % de la industria nacional y agricultura intensiva

La problemática es:

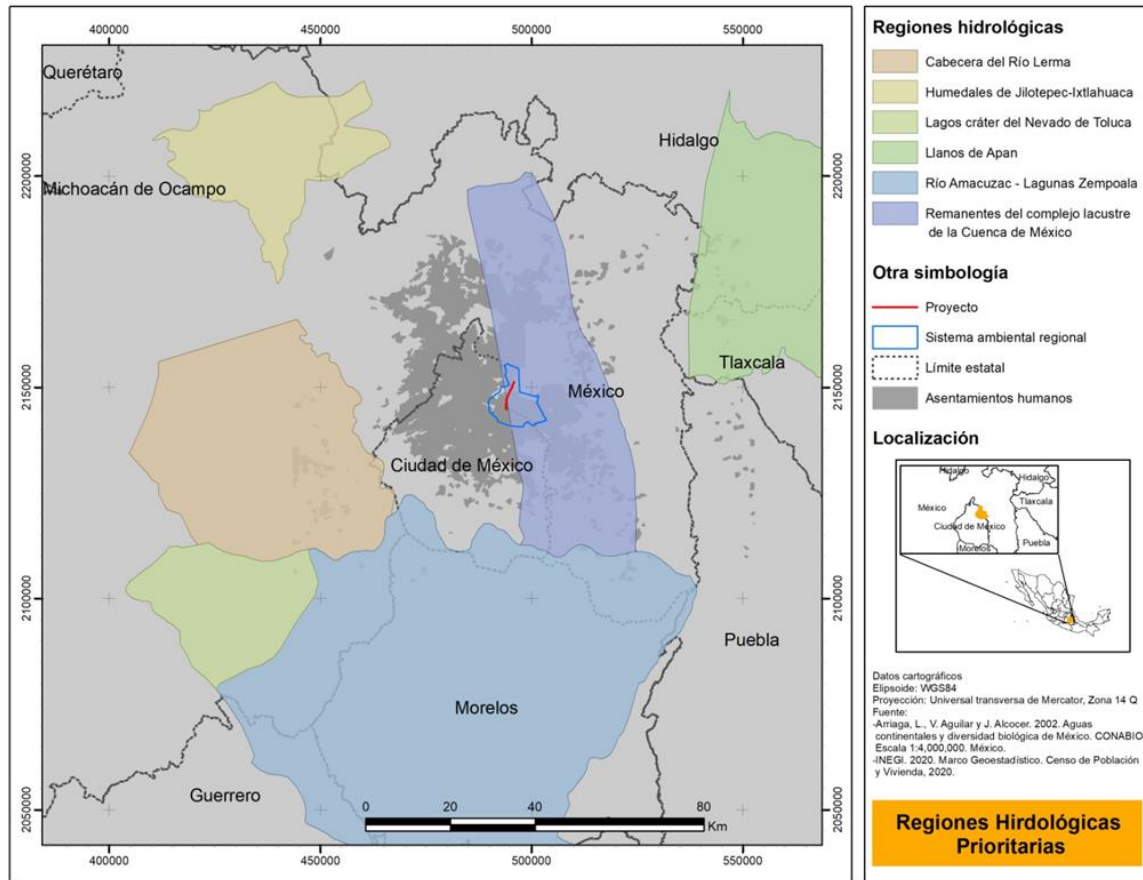
- Modificación del entorno: deforestación, denudación y erosión de suelos, desecación de lagos, pérdida de hábitats terrestres y acuáticos, sobreexplotación y agotamiento de acuíferos y cambios en el patrón hidrológico. Crecimiento urbano sin planificación.
- Contaminación: por influencia de la zona urbana-industrial: metales pesados, nitratos y materia orgánica. Hay 5 sitios de confinamiento de desechos sólidos y sitios clandestinos. Entre 50 y 55 m<sup>3</sup>/s de aguas residuales domésticas e industriales son exportadas sin tratamiento fuera de la cuenca. Los ríos Tula, Moctezuma y Pánuco reciben aguas residuales

y urbanas altamente contaminadas. También existe contaminación por fertilizantes, biocidas, bacterias coliformes totales y coliformes fecales.

- Uso de recursos: especies terrestres y acuáticas amenazadas. Especies introducidas de carpa común *Cyprinus carpio*, charal prieto *Chirostoma attenuatum*, tilapias azules *Oreochromis aureus* y negra *O. mossambicus*, espada de Valles *Xiphophorus variatus*. Se extraen aproximadamente 45 m<sup>3</sup>/s del sistema acuífero del Valle de México causando hundimientos del terreno. Para complementar el abasto se extrae y bombea agua de los ríos Lerma y Cutzamala, afectando cuencas externas.

Gran parte de los endemismos han desaparecido, así que se recomienda censar y conservar a los que aún existe. Hay conocimiento de los cuerpos de agua superficiales; el aspecto de aguas subterráneas requiere de mayores estudios en cuanto a su funcionamiento y en cuanto a las extracciones de acuíferos se hacen a pesar de las consecuencias. Los sistemas naturales están desarticulados, aunque quedan microambientes relictos y en algunos vasos reguladores se conservan especies de aves migratorias.





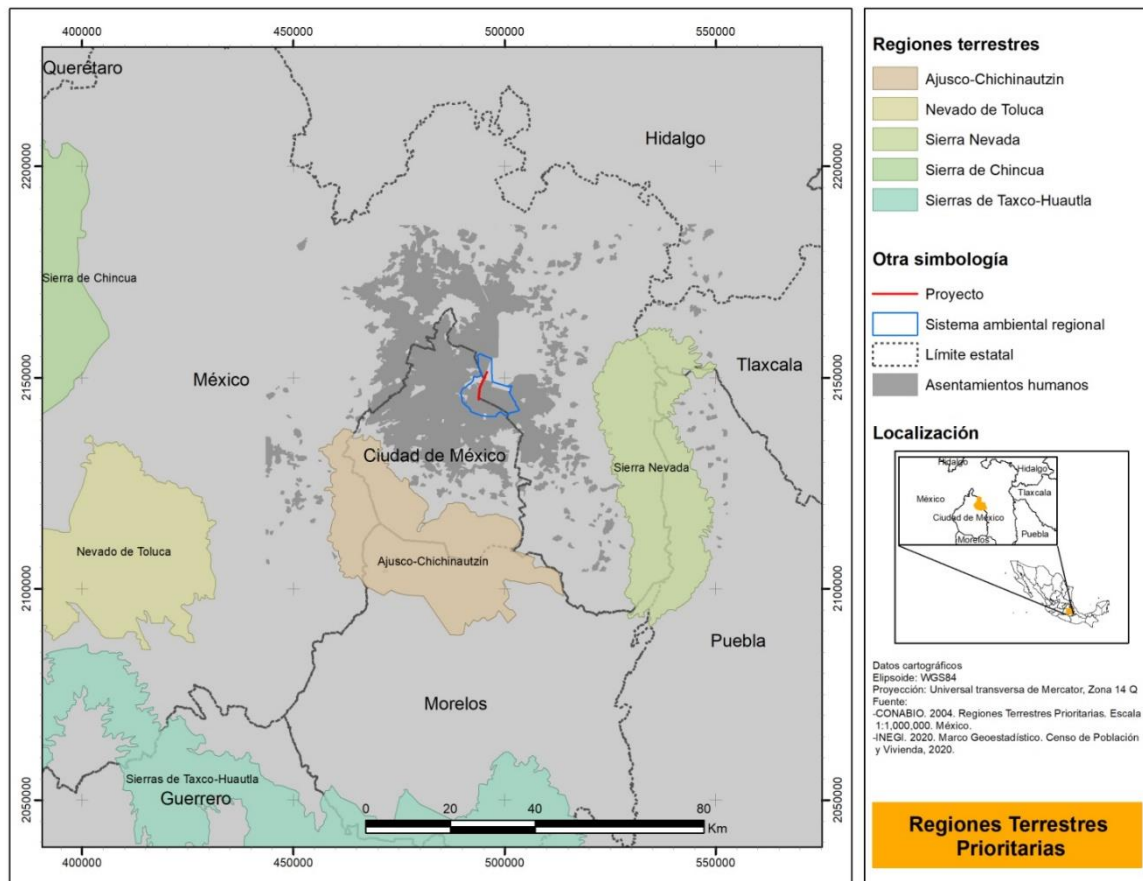
**Figura IV-70. Regiones Hidrológicas Prioritarias cercanas a la Ciudad de México y su zona metropolitana.**

**Regiones Terrestres Prioritarias**

El Proyecto Regiones Terrestre Prioritarias (RTP) fue propuesto por la CONABIO con el objetivo general de delimitar unidades ambientales estables en la parte continental del territorio nacional. Las RTP representan sitios con una alta riqueza ecosistémica y específica en el país. Para su delimitación se utilizaron varios criterios, entre los que se encuentran los de tipo biológico (ej. diversidad de ecosistemas, importancia como corredor biológico entre regiones, centros de origen y diversidad natural, entre otros), las amenazas para el mantenimiento de la biodiversidad (ej. pérdida de superficie origina, fragmentación de la región, cambios en la densidad poblacional, presión sobre especies clave o emblemáticas, concentraciones de especies en riesgo, entre otras), y las oportunidades para su conservación (ej. proporción de área bajo algún tipo de manejo inadecuado, importancia de los servicios ambientales y la presencia de grupos organizados).

Su delimitación espacial también considero la correspondencia espacial de la región con rasgos topográficos, cuencas hidrológicas, áreas naturales protegidas, tipos de sustrato y vegetación. Se definieron 152 regiones terrestres que cubren 515,558 km<sup>2</sup> del territorio nacional.

Las RTP más cercanas al área del proyecto son a 18 km de distancia aproximadamente al este de este se localiza la RTP-107 Sierra Nevada, y a 22 km de distancia aproximada al sur del SAR se localiza la RTP-108 Ajusco-Chichinautzin. Estas RTPs se describen de acuerdo con Arriaga *et al.* (2000).



**Figura IV-71. Regiones Terrestres Prioritarias cercanas a la Ciudad de México y su zona metropolitana.**

#### RTP-107 Sierra Nevada

Tiene una superficie de 1,227 km<sup>2</sup>. La importancia de esta región radica en que constituye el límite biogeográfico entre las regiones neártica y neotropical. Comprende un gradiente muy marcado de ecosistemas, derivados de la altimetría, que favorece, asimismo, su gran riqueza específica y la

presencia de endemismos. El tipo de vegetación que se distribuye con una superficie mayor es el bosque de pino. Dentro de esta región se incluyen las ANP “Izta-Popo” y “Zoquiapan y Anexas” decretadas en 1948 y 1937, respectivamente.

Abarca los climas templado y templado semifrío. Las geoformas son Sierras, conos volcánicos y laderas. El tipo de suelo dominante es el arenosol, el cual es un suelo con una textura gruesa hasta una profundidad mínima de un metro; posee únicamente un horizonte A ócrico o un horizonte E álbico con susceptibilidad a la erosión de moderada a alta. El subtipo háplico posee únicamente un horizonte A (ócrico) de color claro con muy poco carbono orgánico, demasiado delgado y duro y macizo cuando se seca; en ningún momento del año se satura y carece de material calcáreo en una proporción significativa.

La diversidad ecosistémica con un valor para la conservación: 3 (alto) comprende bosques de pino, oyamel y pradera de alta montaña. Los principales tipos de vegetación y uso del suelo representados en esta región son: Bosque de pino (64 %), son bosques predominantes de pino, que a pesar de distribuirse en zonas templadas, son característicos de zonas frías; Bosque de oyamel (12 %) son bosques de pino oyamel, suelen encontrarse en climas 12 % templados o fríos y espaciados; Agricultura, pecuario y forestal (11 %), actividad que hace uso de los recursos forestales y ganaderos, puede ser permanente o de temporal; Pradera de alta montaña (6 %), vegetación herbácea de no más de 50 cm de altura, se establece a partir de los 4,000 msnm, cerca de la nieves perpetuas y limitada por bosque, y otros (7 %).

La problemática ambiental consiste en la alta presión sobre las praderas naturales por la presencia de ganado vacuno y caprino.

#### RTP 108 Ajusco-Chichinautzin

Esta RTP tiene una superficie de 1,261 km<sup>2</sup>. Las características ambientales de esta región, al formar parte del SVT, la convierten en una región prioritaria. Comprende un gradiente muy marcado de ecosistemas, derivados de la altimetría que favorece, asimismo, su gran riqueza específica y presencia de endemismos. Es un corredor que asegura la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos de la biota de la zona y es, además, una barrera para evitar el avance del proceso de urbanización del DF y Cuernavaca. Comprende dos ANP: Cumbres del Ajusco, decretada en 1947 y

el corredor biológico Ajusco Chichinautzin, decretada en 1988. El tipo de vegetación que se distribuye con una superficie mayor es el bosque de pino.

Presenta los climas templado semifrío y templado, las geoformas características son sierra, conos volcánicos, laderas y cañadas. El tipo de suelo dominante es el Andosol úmbrico. El andosol es un suelo que presenta una proporción relativamente alta de hierro y aluminio en la fracción de tierra fina y una alta retención de fosfatos hasta una profundidad de 35 cm, como mínimo. El subtipo úmbrico tiene una consistencia untuosa y una textura franco limosa o muy fina y no se satura de agua en ninguna época del año; posee un horizonte A no muy duro cuando se seca, con grado de saturación menor de 50% y con relativamente alto nivel de contenido de carbono orgánico y un horizonte B de alteración, color claro y bajo contenido de materia orgánica.

La diversidad ecosistémica tiene un valor para la conservación de 3 (alto). Cuenta con vegetación primaria establecida en zonas del derrame volcánico. Los principales tipos de vegetación y uso del suelo son: Bosque de pino (44 %), son bosques predominantes de pino que a pesar de distribuirse en zonas templadas, son característicos de zonas frías; Agricultura, pecuario y forestal (31 %), la actividad que hace uso de los recursos forestales y ganaderos, puede ser permanente o de temporal; Bosque de oyamel (13 %), son bosques de pino oyamel que suelen encontrarse en climas templados o fríos y espaciados; Selva baja caducifolia (6 %), es una comunidad vegetal de 4 a 15 m de altura en donde más del 75% de las especies pierden las hojas durante la época de secas, y Otros (6 %).

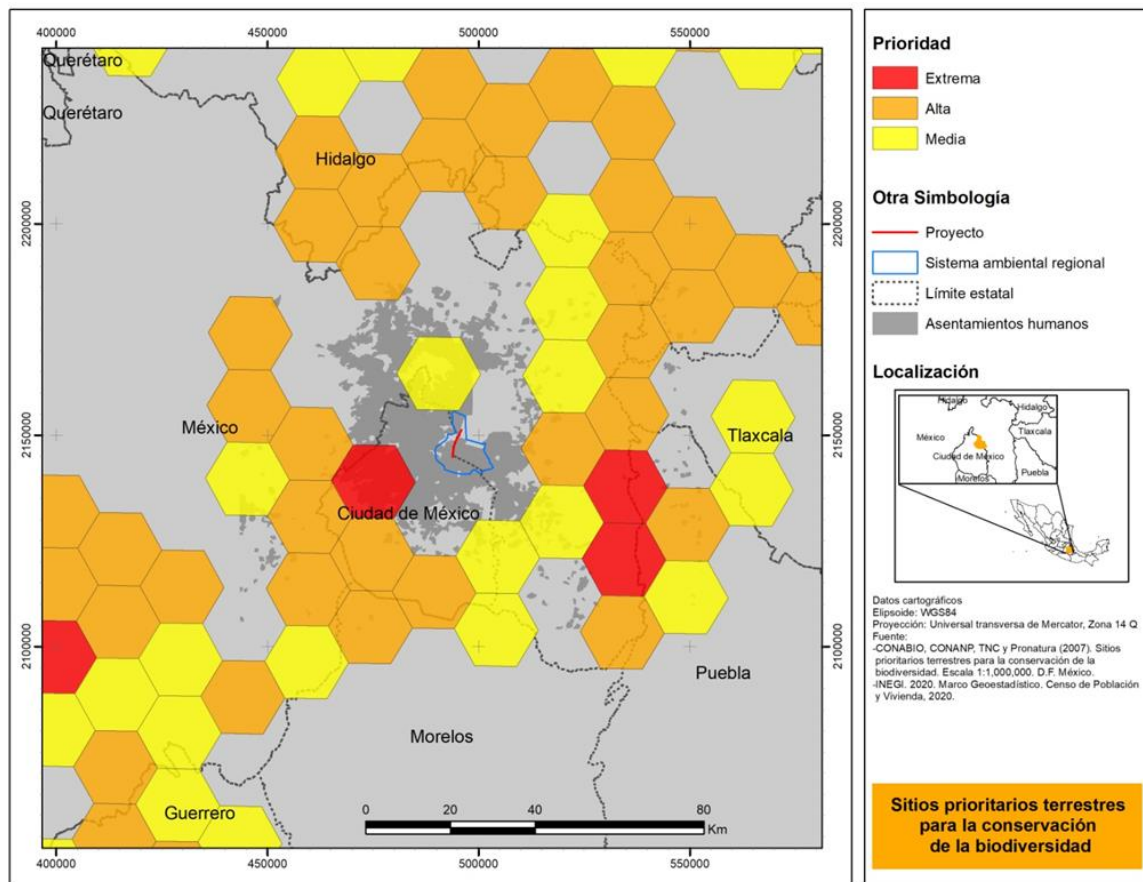
La problemática ambiental incluye la degradación de los hábitats naturales por causa de la urbanización, fragmentación por la construcción de autopistas, agricultura intensiva, pastoreo, quema, deforestación y actividades turísticas.

#### *Sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad*

Con el fin de identificar los sitios prioritarios terrestres la superficie nacional fue dividida en 8,045 hexágonos cada uno con un área de 256 km<sup>2</sup>. Utilizando un algoritmo de optimización se evaluaron 1,450 elementos de la biodiversidad de interés para la conservación: tipos de vegetación críticos (68), riqueza de plantas-familias y géneros- (13), plantas de la NOM-059-Semarnat-2001 (152), árboles de la NOM-059-Semarnat-2001 (39), Magueyes en NOM-059-Semarnat-2001 (23), aves residentes (273), reptiles (424), anfibios (208), mamíferos (242) y riqueza de especies de

vertebrados (8); así como 19 capas de diversos factores de amenaza, para delimitar aquellos sitios prioritarios (hexágonos) que permiten cumplir con las metas de conservación establecidos para los distintos elementos de la biodiversidad seleccionados en la menor área posible. Los sitios pueden presentar una prioridad extrema, alta y media; los sitios de prioridad extrema y alta se denominan irremplazables y se consideran los de mayor prioridad a nivel nacional.

La Ciudad de México y su área metropolitana se encuentra rodeada de sitios prioritarios terrestres la mayoría de prioridad alta, extrema, correspondiente a la Sierra Nevada y al Ajusco, y media. Al norte del Sistema Ambiental regional se encuentra un hexágono de prioridad media que corresponde a la Sierra de Guadalupe. (siguiente Figura)



**Figura IV-72. Sitios prioritarios terrestres cercanos a la Ciudad de México y su zona metropolitana.**

*Sitios prioritarios acuáticos epicontinentales*

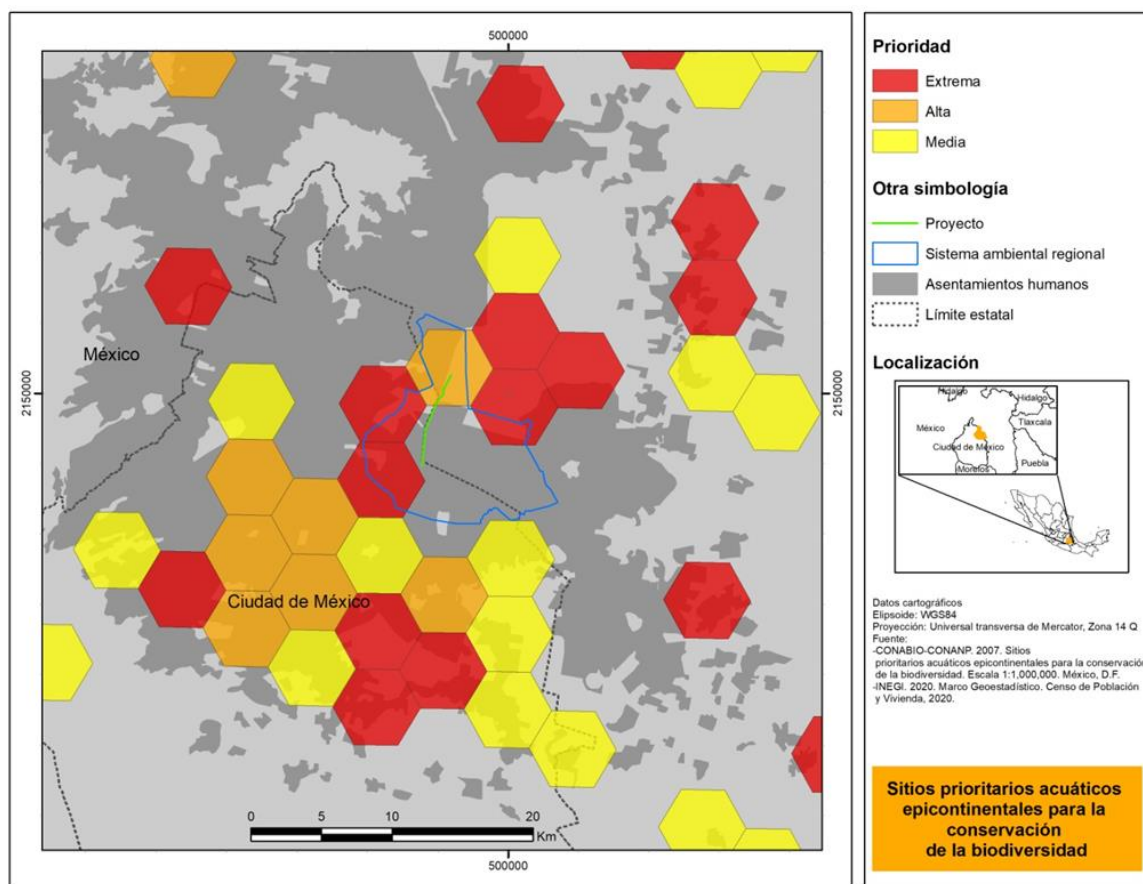
Para la identificación de los sitios prioritarios acuáticos epicontinentales se consideraron siete grandes regiones hidrográficas para asignar valores. La identificación de los sitios prioritarios se hizo con base en variables biológicas para las que se definieron metas de conservación y factores de presión que amenazan a la biodiversidad para cada una de las 7 regiones en las que fue dividido el país. Se utilizaron 3,536 objetos de conservación, así como sus factores de presión (34 coberturas) con valores y pesos diferenciados por zonas altimétricas dentro de las cuencas. Las metas de conservación para objetos de filtro fino se establecieron con base en criterios de endemismo, estatus de riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2001, las listas rojas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, UICN y la Alianza para la Extinción Cero de Especies, AZE) y presión por comercio internacional (CITES).

Asimismo, las metas para los objetos de conservación de filtro grueso se establecieron con base en criterios de restricción espacial y de acuerdo con su importancia ecológica por región. Los sitios de la mejor solución se clasificaron en tres niveles de prioridad: extrema, alta y media para cada una de las siete regiones de trabajo con base en la frecuencia de selección de las unidades de análisis. La frecuencia con que se seleccionan las unidades de planificación en ejecuciones múltiples, indica la importancia de la unidad de planificación para cumplir con eficiencia las metas cuantitativas de conservación. Los límites de las clases se establecieron a partir de los cuartiles del porcentaje de acumulación de metas, por ejemplo, el límite inferior de la clase de prioridad extrema se definió a partir del primer cuartil.

La planeación de la conservación de la biodiversidad acuática epicontinental es fundamental ya que, las aguas epicontinentales en México incluyen una rica variedad de ecosistemas que sustentan una enorme diversidad de especies nativas de flora y fauna, muchas de ellas endémicas y que, en conjunto, representan recursos que necesitan ser preservados por su importancia económica actual y potencial, por sus funciones ecológicas y por el valor que representa la naturaleza por sí misma. Sin embargo, la crisis del agua es un proceso que actualmente tiene repercusiones graves en la estructura, composición y funcionamiento de los ambientes acuáticos. Bajo esta perspectiva, una de las estrategias para el mantenimiento de estos ecosistemas es la conservación y manejo sustentable de áreas vinculadas por los procesos clave del ciclo del agua.

El resultado fue un conjunto de sitios prioritarios para la conservación acotados a los ambientes acuáticos epicontinentales que abarcan 598,875 km<sup>2</sup> (28.8 % de la superficie del país), de los cuales, en 2010, 15.8 % estaban representados en las áreas protegidas y 21.7% de ellos son sitios de prioridad extrema (CONABIO y CONANP 2010; Lira-Noriega et al. 2015).

La parte norte de la zona del proyecto entra en un hexágono de prioridad media, mientras que en los extremos oeste y en menor medida el este del Sistema Ambiental regional se sobrepone con hexágonos de prioridad extrema.



**Figura IV-73. Sitios prioritarios acuáticos epicontinentales para la conservación de la biodiversidad en la Ciudad de México y su zona metropolitana.**

### Áreas Naturales Protegidas

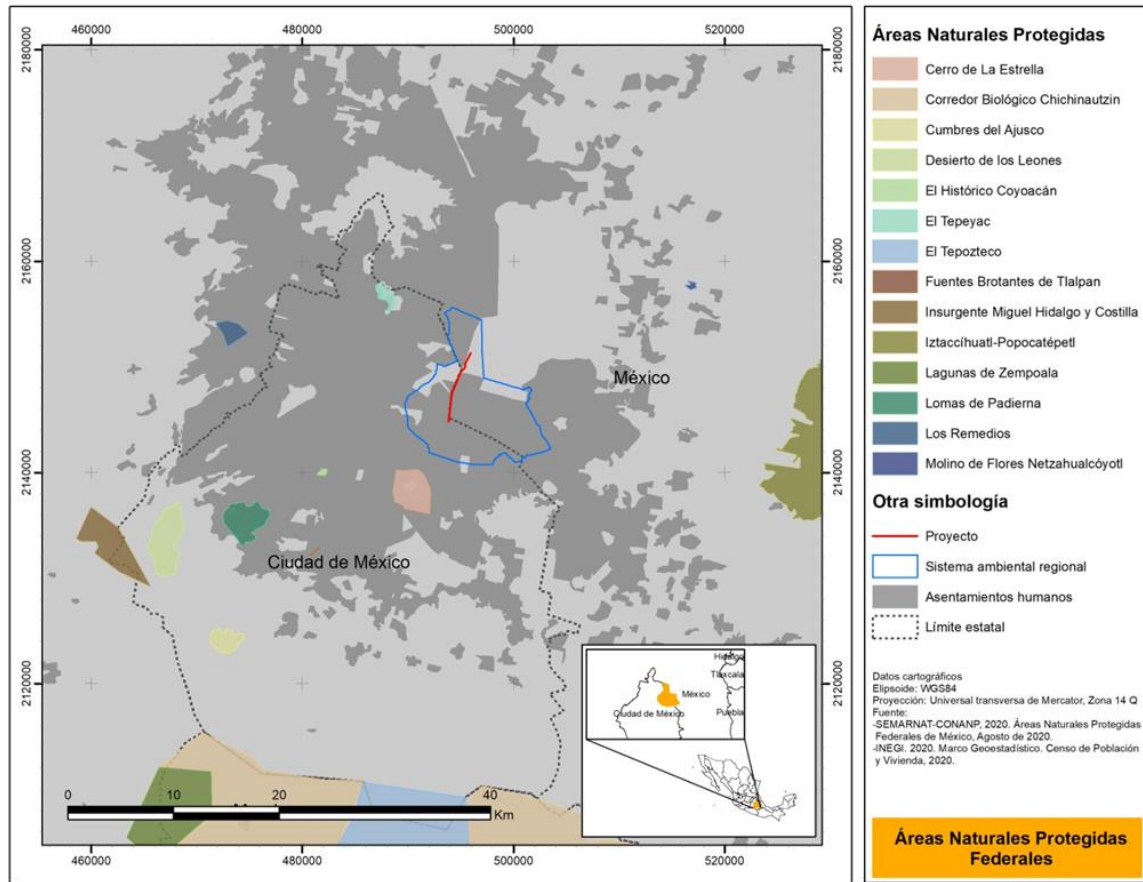
Las Áreas Naturales Protegidas (ANPs) son áreas representativas de los diferentes ecosistemas y su biodiversidad, en donde el ambiente original presenta poco o nulo disturbio por causas humanas. La mayoría de las ANPs se encuentran sujetas a un programa de manejo, en este se establecen y delimitan los regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo que deben ser seguidos en cada área.

#### *Áreas Naturales Protegidas federales*

De acuerdo con la cartografía de áreas naturales protegidas federales de México, agosto 2020 (SEMARNAT-CONANP; 2021), la ciudad de México cuenta con nueve ANPs federales, de las cuales ocho son Parques Nacionales (PN) y una Área de Protección de Flora y Fauna (APFF). En cambio, el Estado de México cuenta con 14 ANPs federales, de las cuales 9 son PN, tres son APFF, una Reserva de la Biosfera (RB) y un área de protección de Recursos Naturales (APRN).

El Sistema Ambiental Regional no se sobrepone con ninguna área natural protegida de régimen federal (siguiente Figura). Las ANPs más cercanas son el PN Cerro de la Estrella a casi 2 km de distancia y el PN El Tepeyac a 4.7 km de distancia.





**Figura IV-74. Áreas naturales protegidas de régimen federal más cercanas al SAR.**

La CONANP define a los parques nacionales como zonas con uno o más ecosistemas que se signifiquen por su belleza escénica, su valor científico, educativo, de recreo, su valor histórico, por la flora y fauna, por su aptitud para el desarrollo del turismo, o por otras razones de interés general. En estas zonas se permite la realización de actividades relacionadas con la protección de sus recursos naturales, el incremento de su flora y fauna, preservación de los ecosistemas, usos tradicionales, investigación, recreación, turismo y educación ecológica.

En la siguiente tabla se presentan las ANPs federales colindantes, más cercanas, al SAR.

**Tabla IV-31. Áreas naturales protegidas de régimen federal más cercanas al Sistema Ambiental Regional.**

Nombre	Cat. manejo	Entidad	Distancia aprox. (km)
Cerro de La Estrella	PN	Ciudad de México	2

Nombre	Cat. manejo	Entidad	Distancia aprox. (km)
El Tepeyac	PN	Ciudad de México y Estado de México	4.7
El Histórico Coyoacán	PN	Ciudad de México	8.6
Fuentes Brotantes de Tlalpan	PN	Ciudad de México	13.6
Lomas de Padierna	PN	Ciudad de México	15

#### Áreas Naturales Protegidas estatales, municipales y ejidales

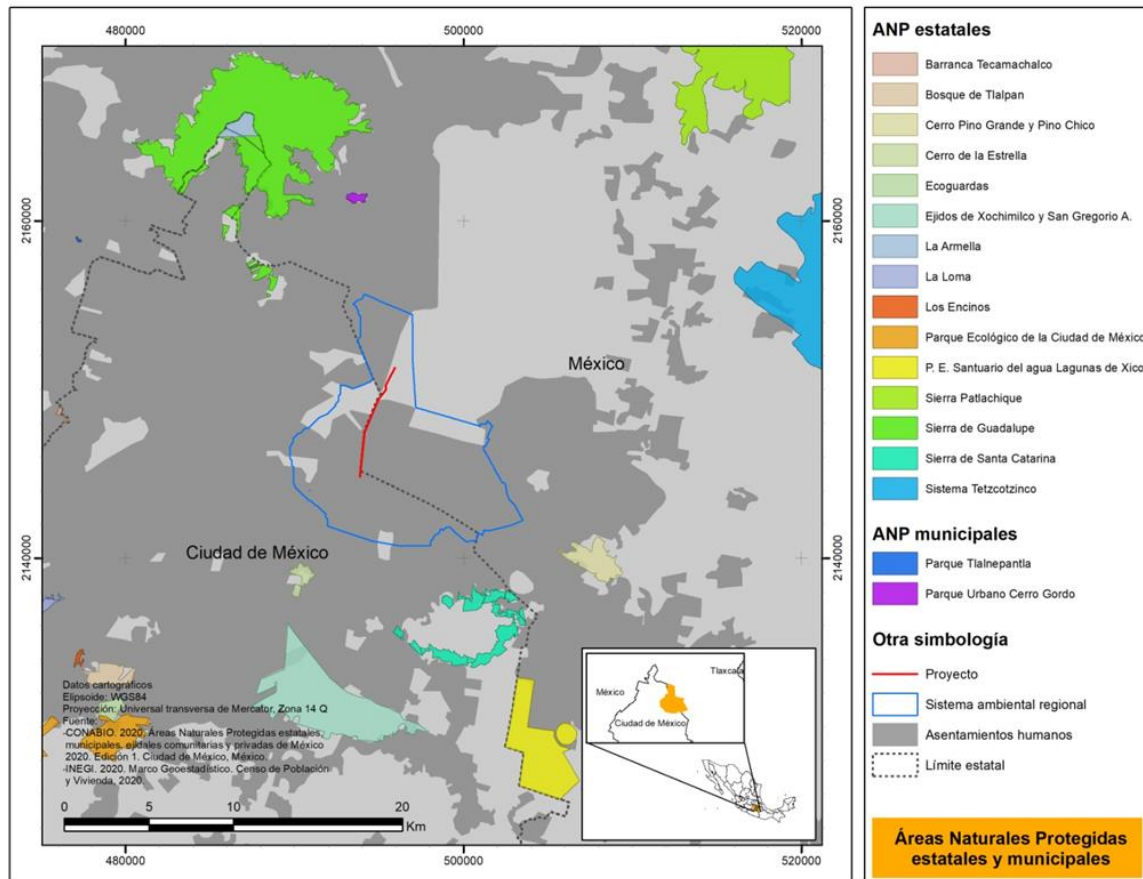
De acuerdo con la cartografía de Áreas Naturales Protegidas Estatales, Municipales, Ejidales, Comunitarias y Privadas de México 2020 (CONABIO, 2020), la Ciudad de México cuenta con 15 ANPs, de las cuales 11 son estatales, 3 comunitarias y 1 ejidal; Mientras que el Estado de México cuenta con 74, de las cuales 66 son estatales y 8 municipales. En la siguiente tabla de enlistan las ANPS más cercanas al SAR.

**Tabla IV-32. Áreas naturales protegidas de régimen estatal y municipal más cercanas al Sistema Ambiental Regional.**

ANP	Régimen	Último decreto	Cat. Decreto	Entidad	Distancia aprox. (km)
Cerro de la Estrella	Estatal	02/11/2005	Zona Ecológica y Cultural	Ciudad de México	2.5
Sierra de Santa Catarina	Estatal	21/08/2003	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	Ciudad de México	2.7
Cerro Pino Grande y Pino Chico	Estatal	10/11/2014	Parque Estatal	Estado de México	2.7
Sierra de Guadalupe	Estatal	20/08/2002	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	Ciudad de México	4.7
Parque Urbano Cerro Gordo	Municipal	24/07/2015	Parque Urbano	Estado de México	5.4
Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco	Estatal	08/12/2006	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	Ciudad de México	6.2
Parque Estatal Santuario del agua Lagunas de Xico	Estatal	08/06/2004	Parque Estatal	Estado de México	8.5

El Sistema Ambiental Regional no se sobrepone con ninguna ANP estatal, municipal, comunitaria o ejidal (siguiente Figura). Las ANPs más cercanas son de régimen estatal y se ubican al sur del SAR como La Zona Ecológica y Cultural Cerro de la Estrella a 2.5 km de distancia, la Zona Sujeta a conservación ecológica Sierra de Santa Catarina y el Parque estatal Cerro Pino Grande y Pino Chico,

ambas a 2.7 km de distancia aproximadamente. Al norte del SAR, a 4.7 km de distancia se ubica la ANP estatal Zona Sujeta a Conservación Ecológica Sierra de Guadalupe y a 5.4 km de distancia la ANP municipal Parque Urbano Cerro Gordo.

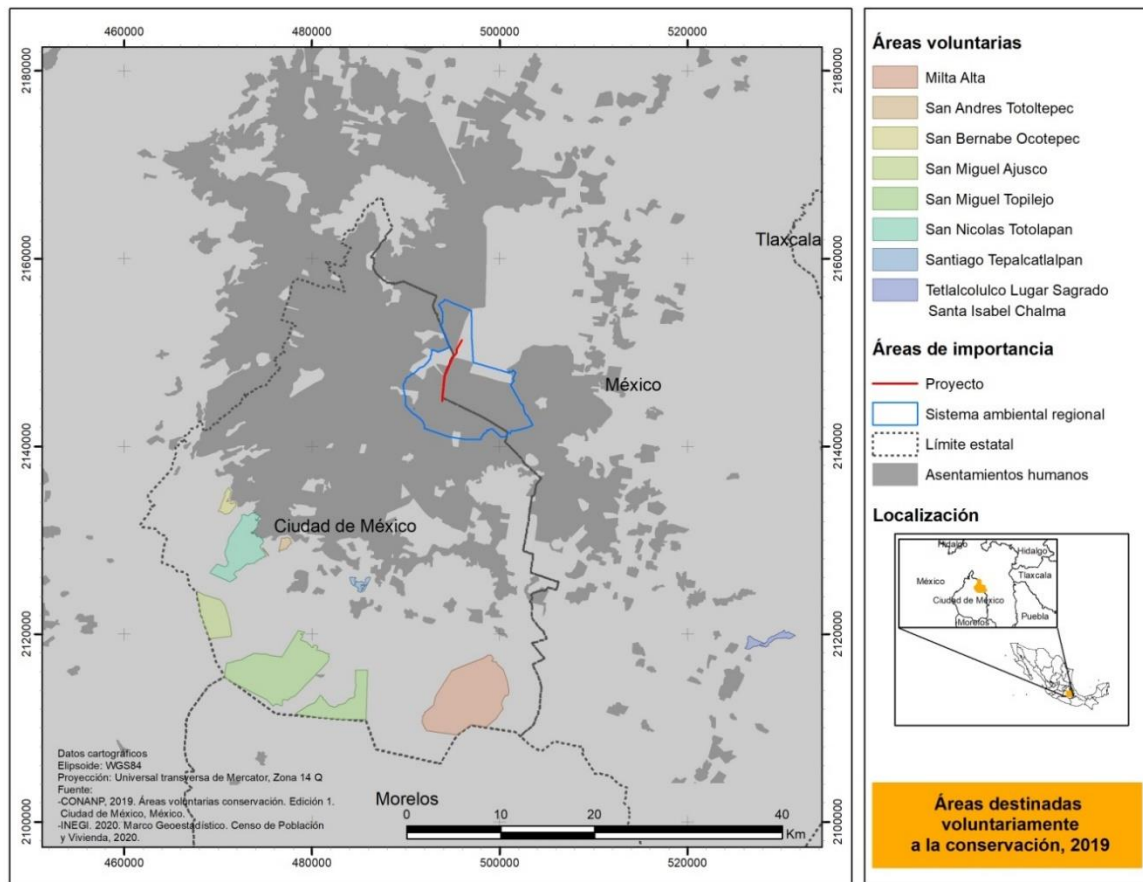


**Figura IV-75. Áreas Naturales protegidas de régimen estatal, municipal, ejidal más cercanas al SAR.**

*Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC)*

De acuerdo con la CONANP, las ADVC son Áreas Naturales Protegidas, iniciativas de pueblos indígenas, organizaciones sociales, personas morales, públicas o privadas, de destinar sus predios a acciones de conservación. Dichas personas administran y hacen un manejo sustentable de sus tierras, al tiempo que favorecen la conservación de los ecosistemas naturales y mantienen la biodiversidad local. La certificación puede ser utilizada para la obtención de estímulos nacionales e internacionales, como el pago por servicios ambientales. Favorecen la conectividad de los ecosistemas naturales, el flujo de especies y el mantenimiento de los servicios ambientales, ya que

se encuentran en zonas cercanas a las ANP. Permiten a las comunidades aumentar su capacidad adaptativa para enfrentar el cambio climático. En el Sistema Ambiental regional no se sobrepone con ninguna ADVC. La más cercana se es el Área Comunitaria de Conservación Ecológica Santiago Tepalcatlalpan a una distancia aproximada de 17 km al suroeste del SAR (siguiente Figura).



**Figura IV-76. Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación más cercanas al SAR.**

**Tabla IV-33. Áreas destinadas Voluntariamente a la Conservación más cercanas al Sistema Ambiental Regional.**

Nombre	Cat. manejo	Entidad	Distancia aprox. (km)
Santiago Tepalcatlalpan	Área Comunitaria de Conservación Ecológica	Ciudad de México	17
San Andrés Totoltepec	Área Comunitaria de Conservación Ecológica	Ciudad de México	18.6

Nombre	Cat. manejo	Entidad	Distancia aprox. (km)
San Nicolas Totolapan	Reserva Ecológica Comunitaria	Ciudad de México	19.5
San Bernabé Ocotepc	Reserva Ecológica Comunitaria	Ciudad de México	20.6

#### IV.3.1.3 Aspectos socioeconómicos

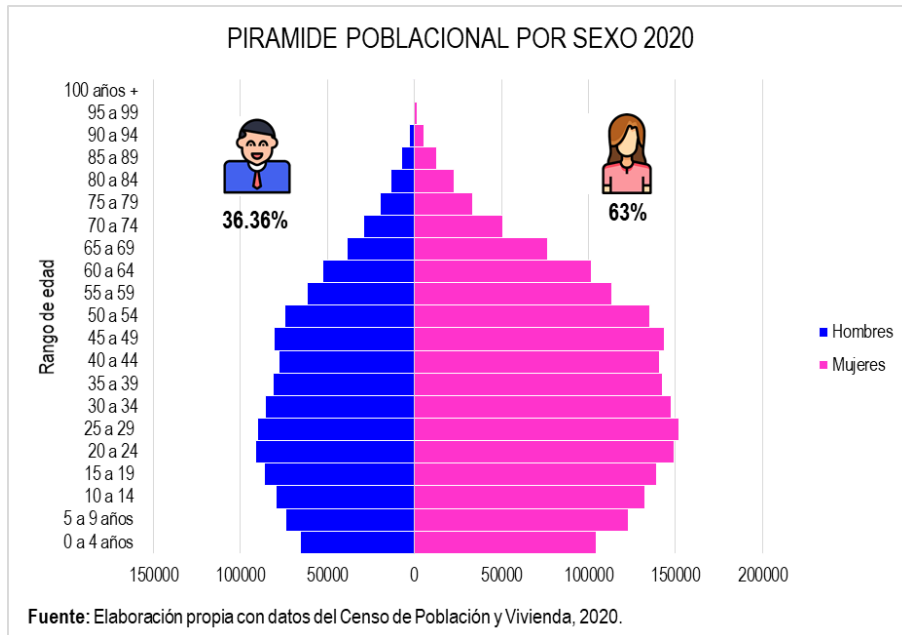
En los apartados posteriores se describen los aspectos socioeconómicos de las alcaldías Iztacalco, Iztapalapa, Venustiano Carranza y el municipio de Nezahualcóyotl.

##### IV.3.1.3.1 Pirámide poblacional

La pirámide de población se presenta con datos de sexo y grupos de edad quinquenal, en este caso, se sumaron los rangos de edad de las delegaciones Iztacalco, Iztapalapa, Venustiano Carranza y el municipio de Nezahualcóyotl por sexo dando como resultado la siguiente pirámide poblacional (siguiente Figura).

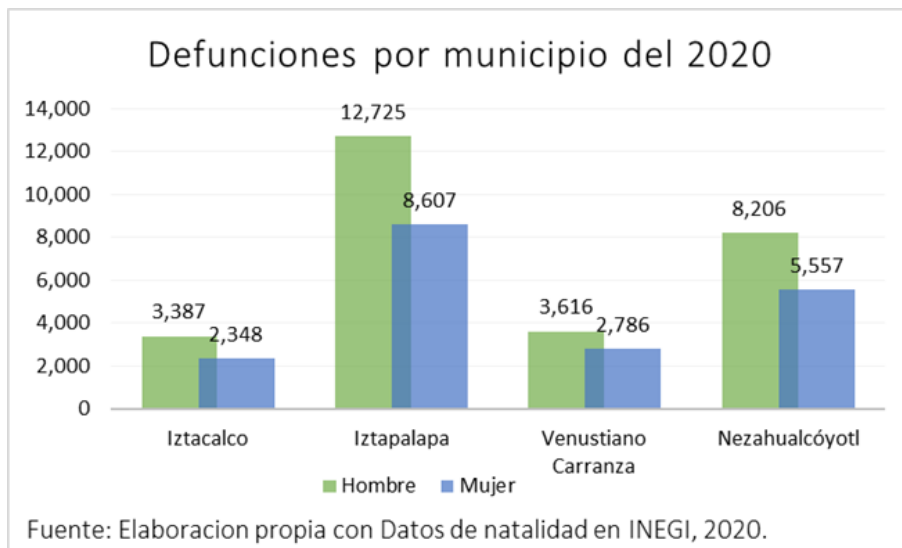
Existe una clara desproporcionalidad entre mujeres (63.64 %) y hombres (36.36 %). Además, en el caso de las mujeres hay más población joven que va de los 25 a 29 años. Mientras que en el caso de los hombres es de 20 a 24 años. La población de este grupo de demarcaciones se caracteriza por ser una población joven. En el caso particular del grupo de 100 años o más sólo se tienen registros de 109 hombres y 268 mujeres.

Las diferencias registradas entre los sexos pueden relacionarse con acontecimientos demográficos, sanitarios, económicos, políticos y sociales. Aunque en el comportamiento de la población también puede verse afectada por variables natalidad, fecundidad y migración no existe información a nivel de municipal o alcaldías para hacer una representación del dinamismo social.



**Figura IV-77. Pirámide poblacional por sexo.**

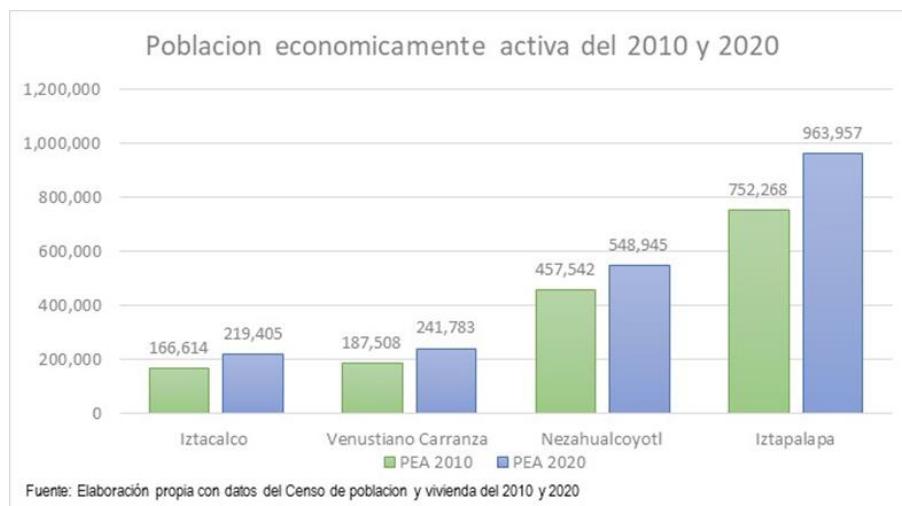
En los cuatro municipios los hombres son los que presentan el mayor número de defunciones. La mayoría se concentran en Iztapalapa (12,725), Nezahualcóyotl (8,206), Venustiano Carranza (3,616) e Iztacalco (3,387). En cuanto a las defunciones femeninas siguen la misma tendencia que la masculina, pero siempre inferiores a las muertes masculinas (siguiente Figura).



**Figura IV-78. Defunciones por alcaldía y municipios.**

#### IV.3.1.3.2 Población económicamente activa (PEA)

En el 2010, Iztacalco tuvo el menor número de fuerza de trabajo con 166,614 personas, pero en el 2020 incrementó a 219,405. Venustiano Carranza mostró en estos mismos años 187,508 y 241,783, respectivamente. Nezahualcóyotl con 457,542 en el 2010 y 548,945 en el 2020. Iztapalapa presenta el mayor número de fuerza de trabajo con 752,268 en el 2010, con un incremento en el 2020 a 963,957 (siguiente Figura). Estas dinámicas de aumento en la PEA sugieren acceso a fuentes de trabajo y muestran la necesidad de crear y mantener un buen sistema de líneas de comunicación para poder trasladarse al lugar del trabajo y evitar que los traslados sean prolongados.



**Figura IV-79. Población económicamente activa del 2010 y 2020.**

#### IV.3.1.3.3 Actividades económicas

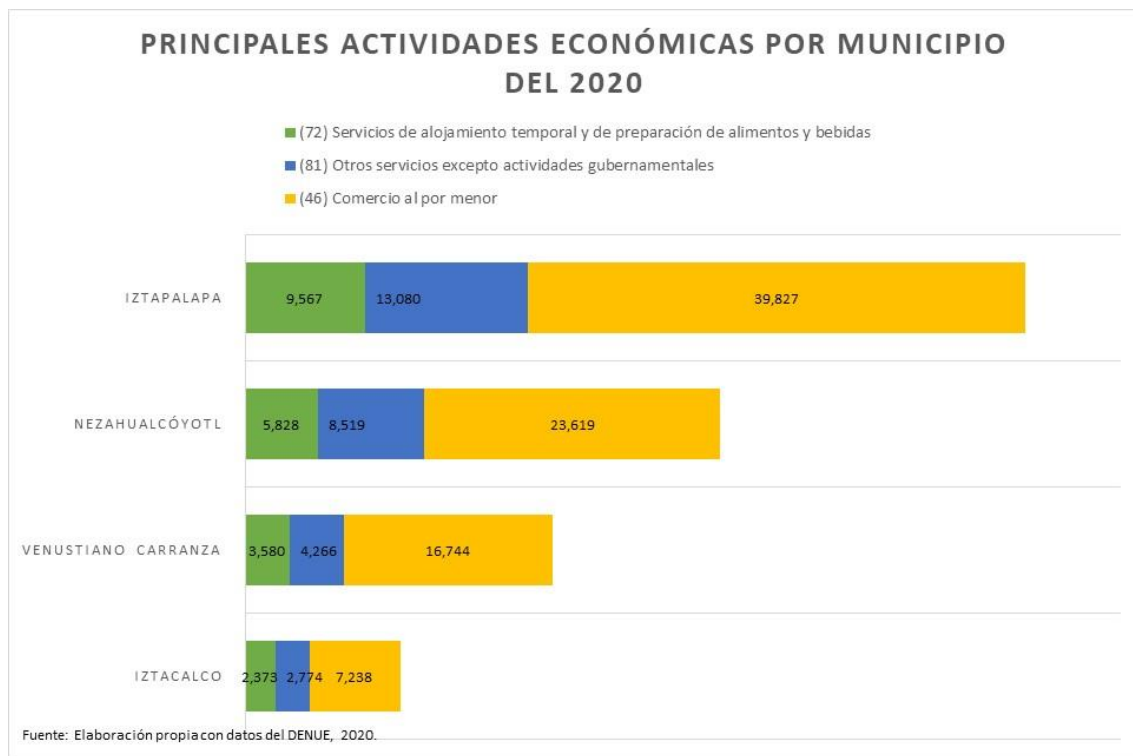
Dentro de las actividades económicas más importantes destacan: servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas, otros servicios excepto actividades gubernamentales y comercio al por menor.

El sector [72] “servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas” comprende unidades económicas dedicadas principalmente: hoteles, moteles, hoteles con casino, cabañas, villas y similares, campamentos y albergues recreativos; casas de huéspedes, pensiones; a la preparación de alimentos por encargo, y a la preparación y servicio de bebidas alcohólicas para consumo inmediato.

El sector [81] “otros servicios excepto actividades gubernamentales” se refieren a unidades económicas a las asociaciones y organizaciones de apoyo a distintos grupos, sin fines de lucro, la verificación vehicular; reparación de muebles para el hogar, colchones, tapetes, alfombras, ropa; afilado de cuchillos y tijeras; soldadura de artículos para el hogar; así como los servicios de masajes reductivos; servicios de lavandería y alquiler de uniformes, blancos y pañales; servicios funerarios y comercio de ataúdes; revelado e impresión de fotografías, seminarios religiosos, conventos y monasterios.

Y por último y en este caso el sector más importante considera unidades económicas como: tiendas de abarrotes, misceláneas, frutería y verdulería al menudeo, farmacias, minisúper, papelerías, pollería, carnicería, ferretería y tiendas de materias primas.

El comercio al por menor se caracteriza por tener el mayor número de establecimientos en las demarcaciones territoriales, siendo Iztapalapa la que tiene mayor presencia en las tres ramas económicas (39,827 unidades económicas) (siguiente Figura).



**Figura IV-80. Principales actividades económicas por alcaldía y municipio del 2020.**

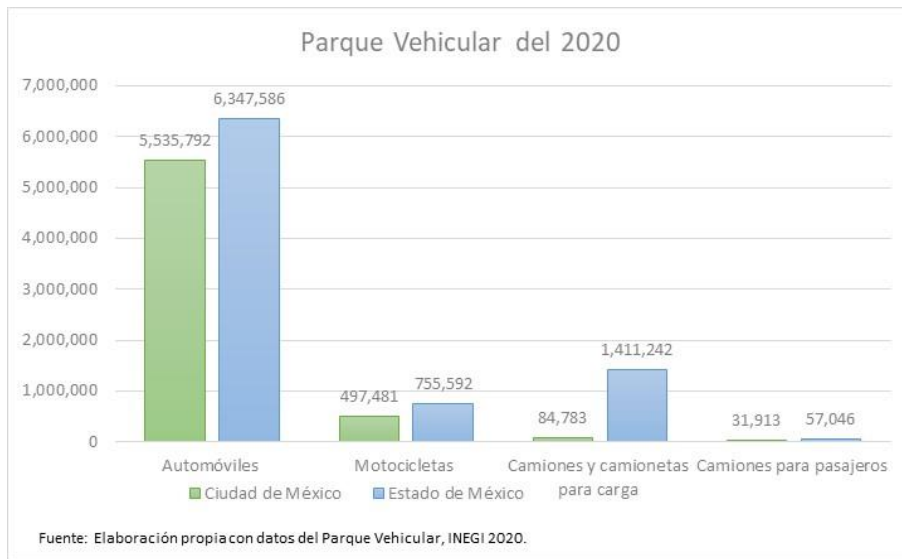


#### IV.3.1.3.4 Movilidad

La movilidad de la Ciudad de México ha aumentado año con año, incrementando el tránsito en horas pico en todas las vialidades. El congestionamiento de las vialidades es creado por autos con un solo ocupante. Esto ha provocado que la velocidad promedio de los vehículos particulares en la Ciudad de México sea de aproximadamente 25 kilómetros por hora, sobre todo de 7 a 9 de la mañana. Esta condición posiciona a la Ciudad de México en el sexto lugar entre las entidades que circulan a más baja velocidad en horas de congestionamiento vial (Martínez, 2015).

La Ciudad de México cuenta con infraestructura de vialidades y de transporte público. En cuanto al sistema de transporte colectivo metro cuenta con 12 líneas, que se extiende en 226.4 kilómetros, el tren ligero (Taxqueña-Xochimilco) con 16 estaciones que se extiende a 13.04 km y el trolebús con 9 líneas y 203.64 km. El metro aporta 46 Centros de Transferencia Modal (CETRAM), donde se interconectan con los autobuses de la Red de Transporte de Pasajeros (RTP), trolebuses, microbuses, combis y taxis que provienen de la Ciudad de México y del Estado de México (Ballesteros y Dworak, 2015).

A nivel nacional en el 2020 se registraron 50,347,569 vehículos de motor en circulación; siendo el Estado de México con el mayor número 8,571,466 seguido de la Ciudad de México con 6,149,969 de vehículos. Dentro de la categoría de “camiones para pasajeros” se registraron el menor número de vehículos en función para la Ciudad de México 31,913 y Estado de México 57,046 (siguiente Figura).



**Figura IV-81. Parque vehicular del 2020.**

Este último registro es relevante ya que se afirma que la Ciudad de México y el Estado de México se caracterizan por tener el menor número de camiones para pasajeros y el mayor número de automóviles. Los automóviles particulares principalmente aseguran una opción de transporte confiable, seguro y cómodo; pero son los que implican un mayor uso del espacio vial por pasajero y su capacidad para trasladar a los pasajeros es menor en comparación con los camiones para pasajeros.

La secretaria de Movilidad considera como una opción sostenible el uso de Uber u otras empresas que ofrecen este tipo de servicios además de que generaran fuentes de trabajo (Ballesteros y Dworak, 2015). Sin embargo, estas actividades siguen promoviendo el aumento del uso de automóviles por lo que es indispensable considerar la construcción de vialidades para lograr descongestionar las vías de comunicación.

El congestionamiento vial entre la Ciudad de México y el Estado de México se debe a la centralidad económica de los servicios, esto significa que los productores viven en la periferia y los consumidores en el centro, lo que distingue sus patrones de movilidad (Tzanetatos, 2018 p.82). Este dinamismo, además se encuentra favorecido por los menores costos de vivienda en la periferia, y complementado con los altos costos y las ineficiencias del servicio del transporte público en el Estado de México.

La construcción de una vía también tiene que ver en el desarrollo económico, social, territorial y de salud pública que se expusieron anteriormente, el crecimiento de la población ya está y no puede disminuirse; pero se puede disminuir es el tiempo de traslado de modo que se beneficiará el dinamismo económico que existe en el centro de la Ciudad de México.

#### *Movilidad en las demarcaciones territoriales de estudio*

Dentro del SAR se registran los siguientes elementos: Alcaldía Iztacalco cuenta con 4 estaciones del metro: Pantitlán, Agrícola Oriental, Pantitlán Línea A y Ciudad Deportiva. Para la Red de Transportes Pasajeros (RTP) le corresponde: 9 rutas destinadas y en cuanto a transporte concesionado cuenta con 40 rutas.

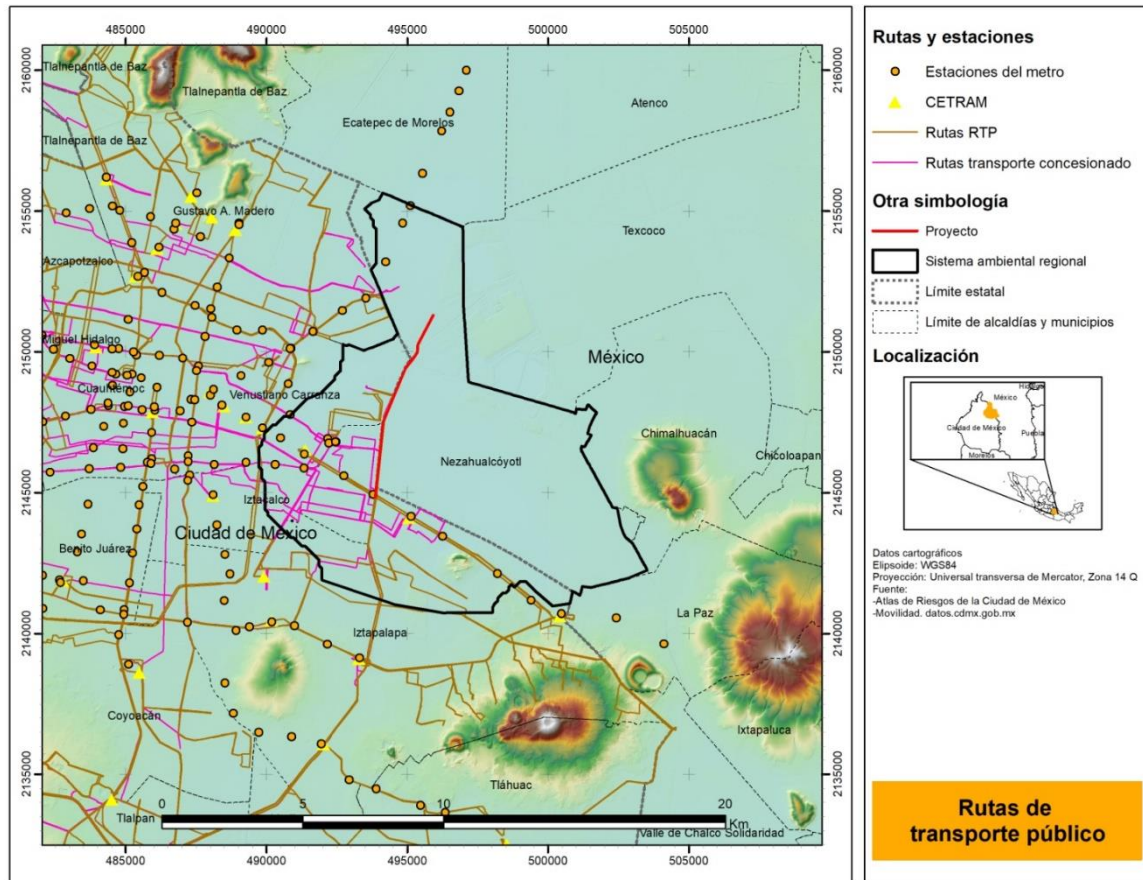
La alcaldía Iztapalapa no cuenta con ninguna estación de metro, pero tiene 40 rutas diferentes de RTP, 24 rutas de transporte concesionado y 1 Centro de Transferencia Modal-Tepalcates.

La alcaldía Venustiano Carranza cuenta con 2 Centro de Transferencia Modal: Pantitlán y Zaragoza, 6 estaciones de metro, 9 rutas de RTP y 32 rutas de transporte concesionado.

Para el municipio de Nezahualcóyotl no se encontró información acerca de las rutas de transporte público para representarlas en el mapa, pero cuenta con la línea 3 del Mexibús que tiene 30 estaciones.

Esta zona está conectada con diferentes rutas de transporte concesionado, de RTP, distintas estaciones de metro y 3 Centros de Transferencia Modal que conectan a Nezahualcóyotl con la Ciudad de México.

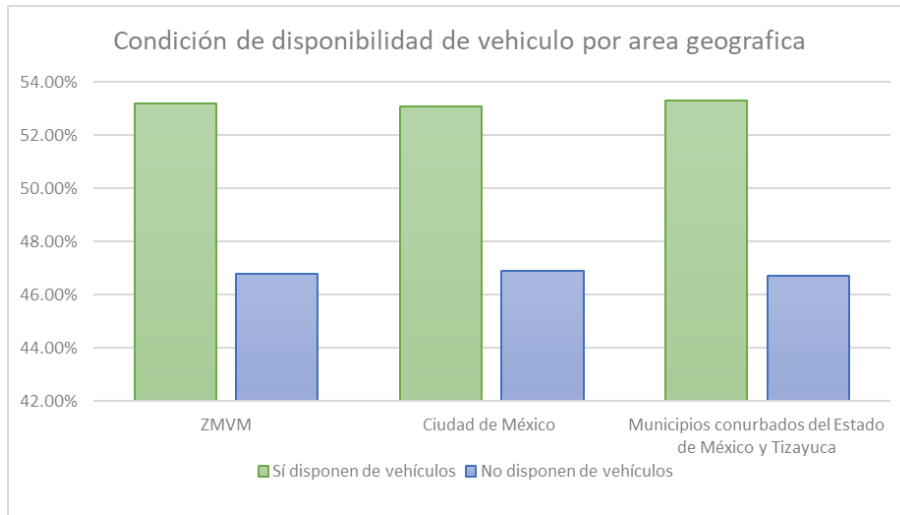
En la siguiente figura se muestran las rutas y estaciones del transporte público.



**Figura IV-82. Rutas de transporte público.**

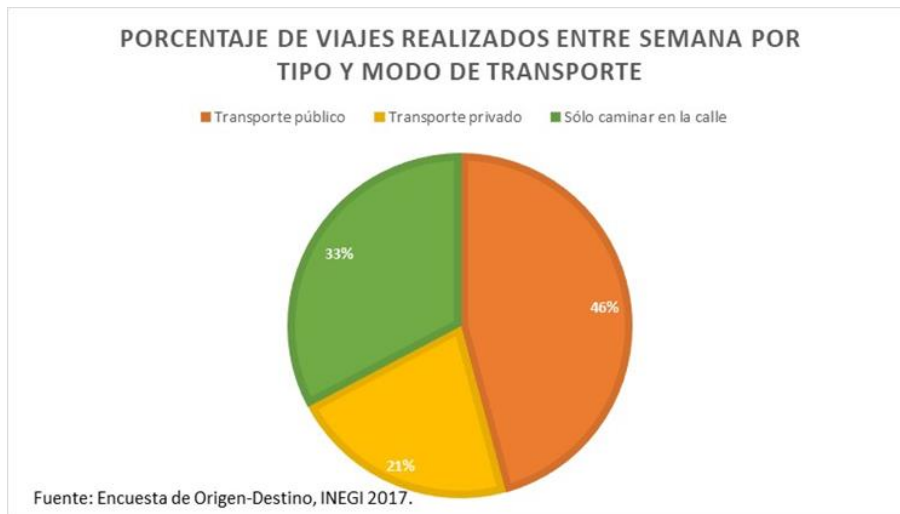
*Tiempos de traslado*

La encuesta de Origen-Destino del 2017 (EOD) indica que de los más de 5.9 millones de hogares en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) el 53.2 % cuenta con automóvil y el 46.8 % no dispone de automóvil, proporción similar en los municipios conurbados (46.7 % de hogares no disponen de vehículos) (siguiente Figura).



**Figura IV-83. Condición de disponibilidad de vehículo por área geográfica.**

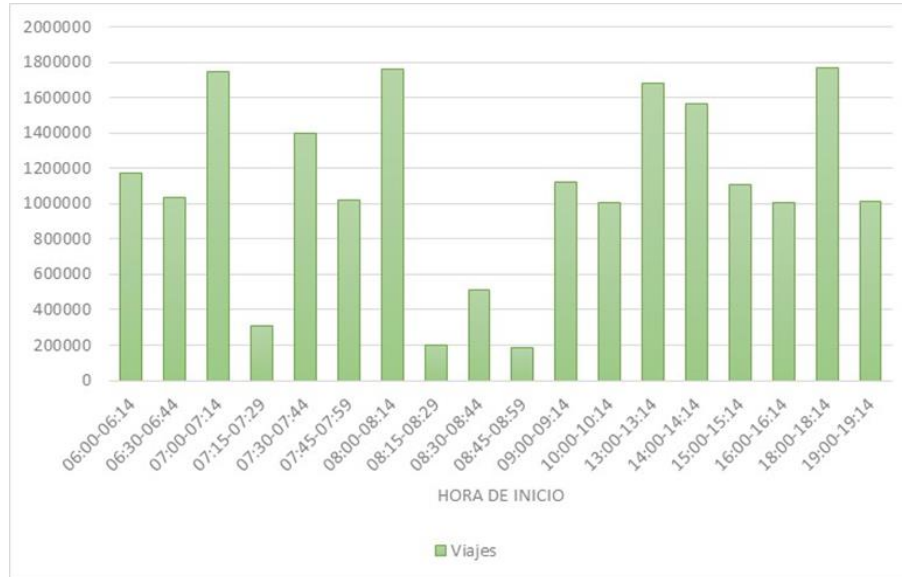
Por otro lado, se realizaron 34 millones 558 mil 217 viajes los cuales el 46% fue realizado en transporte público. De estos 11,543,302 viajes se realizaron en colectivo, y 4,468,576 de viajes se realizaron en el metro. Mientras que respecto al 21 % de la población lo realizó en transporte privado (6,603,982 viajes) (siguiente Figura).



**Figura IV-84. Porcentaje de viajes realizados entre semana por tipo y modo de transporte.**

Independientemente de la forma de transporte en el turno matutino de 7:00-7:14 y 8:00-8:14, en el turno de mediodía: 13:00-13:14 y turno vespertino: 18:00-18:14 se resaltan los mayores picos de viajantes. Destacando que más de 4 millones de viajes se inician entre 7:00 y 7:59 a.m. El propósito

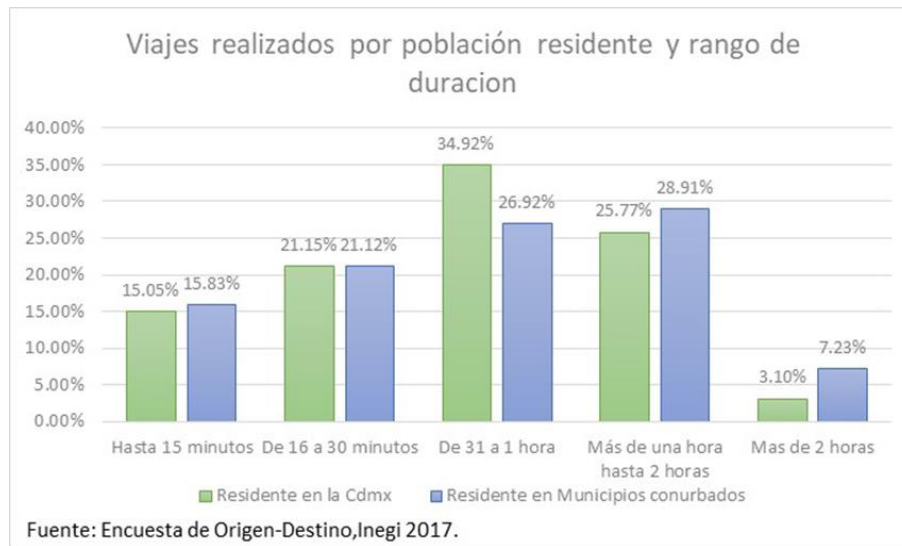
de los viajes en el turno matutino es para “ir a trabajar”, en el turno de medio día y vespertino se realizaron para “ir al hogar” (siguiente Figura).



**Figura IV-85. Número de viajes por horario.**

Según el Centro de Transporte Sustentable “los tiempos de traslados se ven afectados por motivos de congestión vehicular, principalmente, donde la velocidad del traslado se ve reducida tanto para el transporte público, como para los automóviles privados” (México CTS, 2011). Además, los tiempos de traslados se ven afectados por la desigualdad social de manera que, la población busca opciones para vivir en la periferia porque es más barato y sostenible a largo plazo vivir lejos del centro, pero sacrifican los tiempos de traslado.

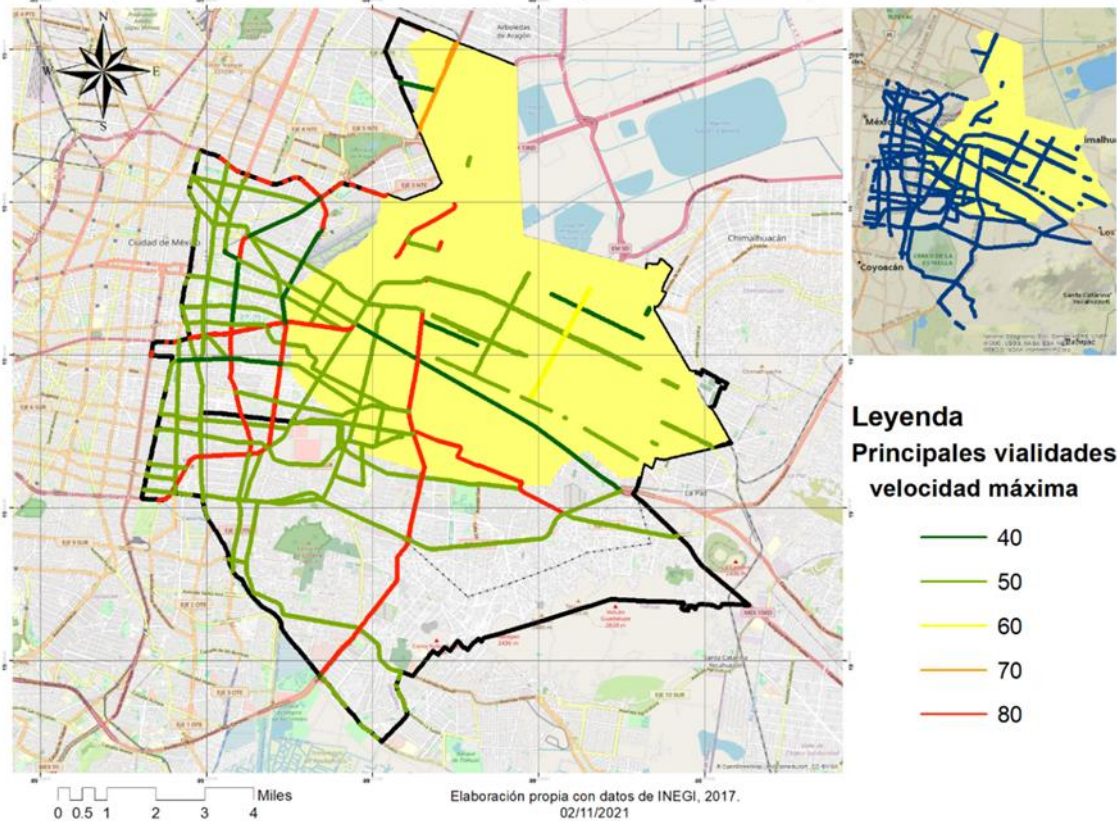
La población de la Ciudad de México dedica entre 31 y 60 minutos en sus tiempos de traslado. La población de los municipios conurbados del Estado de México tiene la mayoría de los viajes dentro de los rangos de “más de una hora-hasta dos horas” manteniendo así el mayor número en el rango de “más de 2 horas” (siguiente Figura).



**Figura IV-86. Viajes realizados por población residente y rango de duración.**

#### *Vialidades principales*

De acuerdo con el boletín que emitió la Secretaría de Seguridad Ciudadana de la Ciudad de México se establece que en los carriles centrales de las vías de acceso controlado la velocidad máxima será de 80 km/h y en vías primarias la velocidad máxima será de 50 km/h. Mientras que, en el Reglamento de Tránsito Metropolitano del Estado de México establece que en vías primarias la velocidad máxima será de 70 km/h. Sin embargo, la velocidad en hora pico oscila entre 8 y 11 km/h, como resultado de una congestión vehicular (Molina, 2016).

**Principales vialidades en la Ciudad de México y Estado de México por limite de velocidad**

**Figura IV-87. Vialidades principales de la Ciudad de México y Estado de México por límite de velocidad.**

Cabe destacar que el principal problema de vialidad en Nezahualcóyotl es la falta de continuidad, la cual su principal función es conectar los flujos viales de la Ciudad de México y viceversa. Por ejemplo, las avenidas Sor Juana Inés de la Cruz y Nezahualcóyotl, cuya importancia en la estructuración vial es fundamental al interceptarse de norte a sur con la avenida Texcoco, pierden continuidad y su sección disminuye sensiblemente, convirtiéndose en cuellos de botella (México CTS, 2011). Así que, la construcción de la vía ayudará a dar continuación a las vialidades para que tenga un correcto funcionamiento, así como, se convierta en vialidad primaria, su función sea conectar Nezahualcóyotl con la Ciudad de México. Y procurar descongestionar los problemas de tránsito en las vialidades que ya están de manera que, la velocidad en hora pico aumente y las emisiones disminuyan.





Sistema de Autopistas, Aeropuertos, Servicios  
Conexos y Auxiliares del Estado de México

# Capítulo V

---

DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
DEL SECTOR VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN  
MODALIDAD REGIONAL

PARA EL PROYECTO

“INFRAESTRUCTURA VIAL PARA INTERCONECTAR LA CALZADA  
IGNACIO ZARAGOZA Y LA AUTOPISTA PEÑÓN-TEXCOCO SOBRE  
EL PERIFÉRICO ORIENTE”

## ÍNDICE

CAPÍTULO V. Identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional .....	V-5
V.1 Construcción del escenario modificado por el proyecto .....	V-7
V.2 Identificación y descripción de las fuentes de cambio, perturbaciones y efectos .....	V-10
V.3 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.....	V-26
V.3.1 Criterios y Técnicas para evaluar los impactos ambientales .....	V-28
V.3.2 Análisis de la media de los valores de los impactos e identificación de los impactos más relevantes.....	V-31
V.3.3 Valoración del tipo y características de los impactos ambientales generados .....	V-33

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla V-1 Efectos prioritarios atribuibles al impacto Contratación de mano de obra. ....	V-11
Tabla V-2. Efectos prioritarios atribuibles al impacto Remoción de vegetación. ....	V-11
Tabla V-3. Efectos prioritarios atribuibles al impacto Remoción de vegetación. ....	V-12
Tabla V-4. Efectos prioritarios atribuibles al impacto Adquisición de bienes e insumos, y pago de indemnizaciones.....	V-13
Tabla V-5. Efectos prioritarios atribuibles al Almacenamiento de bienes e insumos.....	V-14
Tabla V-6. Efectos prioritarios atribuibles al Desvío y bloqueo de vehículos. ....	V-14
Tabla V-7. Efectos prioritarios atribuibles a la Adquisición de piedra. ....	V-15
Tabla V-8. Efectos prioritarios atribuibles al Almacenamiento de productos del desmonte y construcción.....	V-15
Tabla V-9. Efectos prioritarios atribuibles al Establecimiento de patios de máquinas.....	V-16
Tabla V-10. Efectos prioritarios atribuibles al Transporte de maquinaria. ....	V-16
Tabla V-11. Efectos prioritarios atribuibles al Tránsito vehicular. ....	V-16
Tabla V-12. Efectos prioritarios atribuibles a la Nivelación del terreno. ....	V-17
Tabla V-13. Efectos prioritarios atribuibles a Cortes y terraplenes. ....	V-18
Tabla V-14. Efectos prioritarios atribuibles a la Preparación de la calzada y pavimentación.....	V-18
Tabla V-15. Efectos prioritarios atribuibles al Mantenimiento de maquinaria. ....	V-18

Tabla V-16. Efectos prioritarios atribuibles al Retiro de escombros y desperdicios.....	V-19
Tabla V-17. Efectos prioritarios atribuibles a Campamentos y oficinas de campo.....	V-19
Tabla V-18. Efectos prioritarios atribuibles a la Circulación de vehículos. ....	V-19
Tabla V-19. Efectos prioritarios atribuibles a la Conservación y mantenimiento de caminos.....	V-20
Tabla V-20. Efectos prioritarios atribuibles a la Excavación y nivelación.....	V-20
Tabla V-21. Efectos prioritarios atribuibles a Obras de drenaje y subdrenaje. ....	V-20
Tabla V-22. Efectos prioritarios atribuibles al Mantenimiento y la Conservación.....	V-21
Tabla V-23. Efectos prioritarios atribuibles a la Explotación de bancos de material.....	V-21
Tabla V-24. Efectos prioritarios atribuibles a Acarreos de material. ....	V-23
Tabla V-25. Efectos prioritarios atribuibles a Plantas de asfalto, concreto, trituradoras, talleres y patios de servicio.....	V-24
Tabla V-26. Efectos prioritarios atribuibles al Pavimento.....	V-25
Tabla V-27. Efectos prioritarios atribuibles al Manejo y disposición de residuos de obra. ....	V-26
Tabla V-28. Escala de afectación por la Naturaleza del impacto. ....	V-29
Tabla V-29. Escala de afectación por la Permanencia del impacto.....	V-29
Tabla V-30. Escala de afectación por la Reversibilidad del impacto. ....	V-30
Tabla V-31. Escala de afectación por la Acumulación del impacto.....	V-30
Tabla V-32. Escala de afectación por la Magnitud del impacto. ....	V-30
Tabla V-33. Escala de afectación por la Extensión del impacto. ....	V-30
Tabla V-34. Escala de afectación por la Ponderación del impacto. ....	V-31
Tabla V-35. Matriz base para la identificación de los impactos más relevantes. ....	V-32
Tabla V-36. Matriz de impactos de la fase de preparación del sitio. ....	V-35
Tabla V-37. Matriz de impactos de la fase de construcción. ....	V-39
Tabla V-38. Matriz de impactos de la fase de operación o funcionamiento. ....	V-43
Tabla V-39. Influencia de cada uno de los impactos evaluados.....	V-58

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura V-1. Perspectiva 1 del AP y SAR.....	V-5
Figura V-2. Perspectiva 2 del AP y SAR.....	V-6
Figura V-3. Perspectiva 3 del AP y SAR.....	V-6
Figura V-4. Perspectiva 4 del AP y SAR.....	V-7

Figura V-5. Frecuencia de la clasificación de los impactos por fase. ....	V-48
Figura V-6. Gráfica de araña de distribución de impactos en la fase de preparación de sitio.....	V-49
Figura V-7. Gráfica de araña de distribución de impactos en la fase de construcción. ....	V-50
Figura V-8. Gráfica de araña de distribución de impactos en la fase de funcionamiento. ....	V-52
Figura V-9. Perfil de proyecto, cimentaciones y el colector profundo. ....	V-58
Figura V-10. Área de influencia de los impactos ambientales. ....	V-61

## CAPÍTULO V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

El presente capítulo presenta la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales acumulativos, sinérgicos y residuales que potencialmente pueden ser generados o inducidos por la construcción del proyecto sobre el Sistema Ambiental Regional. Por lo anterior, en las siguientes figuras se muestran las representaciones gráficas del área del proyecto y el SAR, las cuales permiten lograr una visión realista de las condiciones actuales y dimensionar los impactos ambientales.



**Figura V-1. Perspectiva 1 del AP y SAR.**



**Figura V-2. Perspectiva 2 del AP y SAR.**



**Figura V-3. Perspectiva 3 del AP y SAR.**



**Figura V-4. Perspectiva 4 del AP y SAR.**

Para los análisis realizados se utilizó la siguiente información:

- Información técnica y ambiental sobre la zona en donde se ubica el proyecto, misma que ha sido generada en esta MIA.
- Identificación de componentes representativos del área de influencia del proyecto.
- Información generada en los trabajos de campo y verificación.
- Técnicas ampliamente utilizadas de Evaluación de Impacto Ambiental.

### V.1 Construcción del escenario modificado por el proyecto

En esta sección se presenta la información obtenida del análisis de los resultados de la identificación y evaluación de los impactos ambientales perjudiciales asociados y derivados, directa o indirectamente por el proyecto, omitiendo los beneficios obtenidos del mismo para evitar los sesgos de su interpretación. Además, se elabora una síntesis de los resultados de todas las secciones de este capítulo en donde se detallan de manera puntual todos y cada uno de los impactos identificados para con ello poder visualizar el escenario modificado del proyecto. Para más detalles de los impactos socioambientales identificados, ponderados y analizados, dirigirse a las secciones correspondientes dentro de este mismo capítulo.

- **Preparación del sitio:** Abarca las actividades de desmonte y despalme de los sitios del Proyecto, que podrá generar afectaciones al aire, suelo, agua, vegetación, fauna y paisaje, generando fuentes de empleo y un incremento en la economía local y regional, derivada de la necesidad de abastecer los insumos que se requieren para el desarrollo de esta etapa.
- **Construcción:** En esta etapa los componentes impactados dominantes son aire, geomorfología, suelo, agua, fauna, paisaje y aspectos socioeconómicos, generando fuentes de empleo y un incremento en la economía local y regional, derivada de la necesidad de abastecer los insumos que se requieren para el desarrollo de esta etapa. Encontrando su intensidad dependiendo de la actividad que se realice o bien el o los procedimientos constructivos.
- **Operación y mantenimiento:** En esta etapa los impactos suelen generarse de forma permanente, hasta que se concluya la operación del Proyecto, siendo éstos sobre el aire, suelo, agua, flora, fauna, paisaje y aspectos socioeconómicos.
- Con respecto al **abandono del sitio**, es importante mencionar que previo a la consumación de la vida útil que será de 100 años, se hará la verificación de la integridad para definir si es necesario abandonarlo, momento en el cual se definirán las acciones que se deberán llevar a cabo, por otro lado, la revisión estaría contemplada dentro de las actividades de mantenimiento y operación, por lo anterior esta etapa su análisis no se contempla como un punto independiente dentro en este Capítulo.

### *Flora*

Los impactos derivados de la fase de preparación de sitio tendrán un impacto directo sobre la vegetación. Pese a que las condiciones de la vegetación, su remoción es considerada como de alta importancia; ya que, aunque su función ecosistémica está limitada, está proporcionando algunos servicios ambientales que no sólo se relacionan con la biodiversidad vegetal de la región, sino funciona en otros ámbitos como: refugio y alimentación para diferentes grupos de fauna, conservación de suelo, regulación climática, etc. La afectación ambiental que se deriva de la remoción de la vegetación será continua durante todas las demás fases del proyecto, y aunque no se prevé ninguna clase de afectación de la vegetación en las subsecuentes fases. A pesar de que este impacto no puede ser previsto, sí puede ser compensado.



La compensación ambiental será por medio de la implementación de programas de restauración que busquen recuperar zonas que actualmente se encuentran bajo condiciones de degradación ambiental; ya que un proyecto de restauración puede repercutir benéficamente en las poblaciones tanto de flora, por el empleo de especies nativas, como de fauna. Idealmente se buscarán sitios en el sistema ambiental regional con el fin de compensar ese daño dentro del mismo sistema ambiental, y con ello compensar a nivel de especies, aquellas que serán afectadas por la construcción del proyecto.

Como resultado de la afectación de la flora, en esta misma fase se prevé una alteración de los hábitats, y en menor medida el funcionamiento biológico. Como ya se hizo mención anteriormente, con la remoción de la vegetación se pierden diferentes funciones ecológicas, que directamente interrumpen el buen funcionamiento de un ecosistema. Y aunque la región no puede considerarse como un hábitat en buen estado, las especies ahí presentes han logrado adaptarse a esas nuevas condiciones ambientales, mismas que fueron tomadas en cuenta para la ponderación de las afectaciones que de esta remoción se deriven.

#### *Fauna*

Aunque el proyecto considera que podrá afectar directamente a individuos de fauna de tallas pequeñas como resultado de su limitada movilidad, estas poblaciones no se verán afectadas dentro del contexto regional, situación diferente a lo que se espera de las afectaciones sobre los grupos de fauna voladora. Es importante resaltar que actualmente al analizar la distribución de las vías de comunicación y de las comunidades, es que toda la región se encuentra bajo una constante presión sobre el medio biótico. Es por esto, que muchas de las medidas de mitigación están dirigidas a la mitigación de las afectaciones ambientales sobre los diferentes grupos de fauna, tanto en las etapas de preparación de sitio y construcción, como en la de operación. Algunas de las medidas serán temporales, mientras duren los trabajos en sitio, y otras serán permanentes durante toda la vida útil del proyecto.

#### *Suelo y agua*

Los impactos que se llevan a cabo en suelo, aguas subterráneas y modificación de la topografía y sus implicaciones en los flujos de agua e impermeabilización del suelo, resultan ser afectadas

negativamente. Pero los impactos no son considerados de una magnitud muy importante, dado que las condiciones edafogeológicas y topográficas ya han sido altamente modificadas en la región. Sin embargo, es de gran importancia establecer ciertas medidas de prevención con énfasis en los impactos sobre las aguas subterráneas. Por la baja capacidad de infiltración y la casi falta de cambios altitudinales de importancia pueden hacer que las afectaciones en la superficie no repercutan de manera negativa en las aguas subterráneas.

Se deben evitar derrames de cualquier derivado de petróleo en todas las fases del proyecto, iniciando con la fase de preparación y construcción donde será dependiente de los controles de calidad y seguimiento que se le impongan a la empresa constructora, y en la fase de operación, los impactos se evitarán con una buena planificación y diseño de proyecto desde sus etapas iniciales. Y dado que todos estos factores están siendo tomados en cuenta desde las fases tempranas de la elaboración y diseño del proyecto ejecutivo, se considera que las afectaciones pueden ser prevenidas adecuadamente.

## V.2 Identificación y descripción de las fuentes de cambio, perturbaciones y efectos

En esta sección se presentan las fuentes de cambio que fueron identificadas como las más importantes por repercutir en el medio socioambiental dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR). Dentro de las consideraciones de análisis que se tomaron en cuenta, se encuentran los efectos que se derivan de la modificación del indicador evaluado, así como los efectos primarios, secundarios y terciarios que pudieran derivarse, así como las consecuencias y repercusiones sociales y ambientales perjudiciales.

Para poder elaborar el análisis, se tomaron como línea base las condiciones ambientales presentes en el SAR dentro de un enfoque regional y local, para no subestimar las afectaciones por una cuestión de un uso diferenciado en las escalas espaciotemporales. Cabe mencionar que, los impactos de los tipos secundarios y/o terciarios pudieran no llegar a ser relevantes, lo que significa que algunos de los impactos aquí indicados pueden no aplicar y/o ser despreciables. Esta separación tiene como fin no generar listados interminables de factores ambientales que pudieran verse afectados, pero que sus niveles de afectación son tan poco significativos, que lo único que provocaría es la confusión y el enmascaramiento de los impactos ambientales que realmente afectan en un contexto local y regional.

Finalmente, todos ellos fueron tomados en cuenta como la base para poder realizar las ponderaciones de los impactos ambientales, mismos que se detallan en su sección correspondiente. En todas sus fases dependerá de la mano de obra de la población, por tanto, tendrá impactos positivos sobre la generación de empleo. Por esta razón, y con el fin de evitar ser repetitivos, el impacto “generación de empleos” será eliminado en cada una de las fases y actividades del proyecto. En la siguiente tabla sólo se reportan los elementos prioritarios atribuibles a este factor.

**Tabla V-1 Efectos prioritarios atribuibles al impacto Contratación de mano de obra.**

Presión o causa de modificación	Efectos		
	Primarios	Secundarios	Terciarios
Contratación de mano de obra	Generación de empleos	Incremento en el consumo de bienes y servicios locales	Generación indirecta de empleos
			Aumento de la inmigración para la búsqueda de empleo
		Aumento de ingresos	Mejoramiento de la calidad de vida de la población local

Por otra parte, los impactos enlistados en las siguientes tablas pueden pertenecer a una o más etapas del proyecto, así como los impactos derivados del mismo impacto primario. Es por esto por lo que, se presentan los impactos agrupados a partir del conductor que causa la presión y/o la modificación, y sus efectos primarios, secundarios y terciarios más importantes derivados.

**Tabla V-2. Efectos prioritarios atribuibles al impacto Remoción de vegetación.**

Presión o causa de modificación	Efectos		
	Primarios	Secundarios	Terciarios
Remoción de vegetación	Pérdida de vegetación natural	Posible degradación del suelo por erosión en laderas	Aumento en la generación de polvo. Aumento de la fragilidad de taludes o desprendimiento de rocas y de suelo
		Afectación a especies de flora de importancia para la conservación	Reducción del valor ambiental o ecológico de la zona. Pérdida de biodiversidad
	Fragmentación del ecosistema	Afectación a especies de fauna consideradas de valor ambiental	Reducción del valor ambiental o ecológico de la zona. Pérdida de biodiversidad
		Reducción de hábitats de especies de fauna	Reducción del valor ambiental o ecológico de la zona. Pérdida de biodiversidad
		Erosión	Pérdida de nutrientes

Presión o causa de modificación	Efectos		
	Primarios	Secundarios	Terciarios
	Afectación del suelo	Contaminación de suelo	Impermeabilización del suelo
			Flujo de contaminantes a manto freático
			Enfermedades para la población
	Modificación del paisaje	Pérdida del valor estético	La población puede perder interés en la calidad estética
			Reducción del atractivo turístico
		Fragmentación	Pérdida de flujo génico
			Concentración de las poblaciones de fauna
	Afectación del hábitat de fauna silvestre	Perturbación y desplazamiento de la fauna silvestre	Concentración de grupos de fauna
			Reducción del flujo génico entre las poblaciones
		Reducción de sitios de refugio y/o alimento	Desplazamiento de la fauna silvestre
	Remoción de la capa de suelo fértil	Reducción de la capacidad de regeneración	Disminución de la capacidad de producción agropecuaria
			La regeneración natural pudiera ser muy limitada
		Erosión	Arrastre de sedimentos
			Pérdida de la capacidad filtradora del suelo

**Tabla V-3. Efectos prioritarios atribuibles al impacto Remoción de vegetación.**

Presión o causa de modificación	Efectos		
	Primarios	Secundarios	Terciarios
Remoción de vegetación	Ruido	Afectación de fauna local	Desplazamiento temporal de las comunidades de fauna. Alteración temporal de las cadenas alimenticias
		Afectación salud humana	En casos severos se puede llegar a la sordera. En casos severos se puede afectar psicológicamente
	Cambios en el microclima	Aumento de la temperatura microlocal	Desplazamiento de especies poco tolerantes a cambios de temperatura. Se favorece el establecimiento de especies ruderales

Presión o causa de modificación	Efectos		
	Primarios	Secundarios	Terciarios
		Reducción de humedad microlocal	Se favorece el establecimiento de especies ruderales. Desplazamiento de especies poco tolerantes a la reducción de la humedad ambiental
	Contaminación del aire por humos	Afectación de fauna local	Desplazamiento temporal de las comunidades de fauna. Alteración temporal de las cadenas alimenticias
		Afectación salud humana	En casos severos se puede llegar a afectar las vías respiratorias. En casos severos se puede intoxicar
	Modificación de la microtopografía	Erosión	Reducción de infiltración de agua al subsuelo. Pérdida de nutrientes en el suelo
		Modificación de escurrimientos	Alteración del ciclo hidrológico superficial. Inducción de erosión y de encharcamientos
	Contaminación del suelo	Alteración de la vegetación	Afectación en las cadenas productivas. Posible intoxicación de fauna silvestre
		Contaminación de cuerpos de agua	Contaminación del agua subterránea. Afectación en la salud humana
	Afectación de las corrientes de agua por mala disposición del material removido	Erosión	Arrastre de sedimentos. Pérdida de nutrientes del suelo
		Encharcamiento	Generación de mosquitos. Generación de malos olores

**Tabla V-4. Efectos prioritarios atribuibles al impacto Adquisición de bienes e insumos, y pago de indemnizaciones.**

Presión o causa de modificación	Efectos		
	Primarios	Secundarios	Terciarios
Adquisición de bienes, insumos, y pago de indemnizaciones	Aumento de los ingresos	Incremento en el consumo de bienes y servicios locales	Generación indirecta de empleos
			Aumento de la migración
			Mejoramiento de la calidad de vida de la población local

**Tabla V-5. Efectos prioritarios atribuibles al Almacenamiento de bienes e insumos.**

Presión o causa de modificación	Efectos		
	Primarios	Secundarios	Terciarios
Almacenamiento de bienes e insumos	Desvíos de cursos de agua	Erosión	Arrastre de sedimentos
			Pérdida de nutrientes del suelo
		Encharcamiento	Generación de mosquitos
			Generación de malos olores
	Pérdida de vegetación	Afectación a ejemplares de especies de fauna consideradas de valor ambiental	Reducción del valor ambiental o ecológico de la zona
			Pérdida de biodiversidad
		Reducción de espacios considerados “hábitat” de especies de fauna	Reducción del valor ambiental o ecológico de la zona
			Pérdida de biodiversidad
	Generación de residuos sólidos	Afectación de la fauna silvestre	Introducción de fauna exótica
			Desplazamiento de fauna nativa
		Generación de malos olores	Alteración de la fauna local
			Alteración de la población trabajadora
	Ruido	Afectación de fauna local	Desplazamiento temporal de las comunidades de fauna
			Alteración temporal de las cadenas alimenticias
		Afectación humana a la salud	En casos severos se puede llegar a la sordera
			En casos severos se puede afectar psicológicamente
Afectación de las corrientes de agua superficial	Erosión	Arrastre de sedimentos	
		Pérdida de nutrientes del suelo	
	Encharcamiento	Generación de mosquitos.	
		Generación de malos olores	

**Tabla V-6. Efectos prioritarios atribuibles al Desvío y bloqueo de vehículos.**

Presión o causa de modificación	Efectos		
	Primarios	Secundarios	Terciarios
Desvío y bloqueo de vehículos	Aumento del tiempo de traslado	Aumento de emisiones a la atmósfera	Desplazamiento de las comunidades de fauna
			Alteración de las cadenas alimenticias
			Conflictos sociales

Presión o causa de modificación	Efectos		
	Primarios	Secundarios	Terciarios
		Enojo de la población afectada	Búsqueda de rutas alternas

**Tabla V-7. Efectos prioritarios atribuibles a la Adquisición de piedra.**

Presión o causa de modificación	Efectos		
	Primarios	Secundarios	Terciarios
Adquisición de piedra	Remoción de suelo	Remoción de la capa fértil del suelo	Afectación de la regeneración natural
			Arrastre de sedimentos
		Extracción de material pétreo	Alteración de la velocidad de infiltración del agua
			Afectación de la topografía
	Ruido	Afectación de fauna local	Desplazamiento temporal de las comunidades de fauna
			Alteración temporal de las cadenas alimenticias
		Afectación salud humana	En casos severos se puede llegar a la sordera
			En casos severos se puede afectar psicológicamente
	Contaminación del aire por humos	Afectación de fauna local	Desplazamiento temporal de las comunidades de fauna
			Alteración temporal de las cadenas alimenticias
		Afectación salud humana	En casos severos se puede llegar a afectar las vías respiratorias
			En casos severos se puede intoxicar

**Tabla V-8. Efectos prioritarios atribuibles al Almacenamiento de productos del desmonte y construcción.**

Presión o causa de modificación	Efectos		
	Primarios	Secundarios	Terciarios
Almacenamiento de productos del desmonte y construcción	Desvíos de cursos de agua	Erosión	Arrastre de sedimentos
			Pérdida de nutrientes del suelo
		Encharcamiento	Generación de mosquitos
			Generación de malos olores

**Tabla V-9. Efectos prioritarios atribuibles al Establecimiento de patios de máquinas.**

Presión o causa de modificación	Efectos		
	Primarios	Secundarios	Terciarios
Establecimiento de patios de máquinas	Desvíos de cursos de agua	Erosión	Arrastre de sedimentos
			Pérdida de nutrientes del suelo
		Encharcamiento	Generación de mosquitos
			Generación de malos olores
	Movimiento de maquinaria	Contaminación	Contaminación por ruido
			Contaminación de emisiones a la atmósfera
		Riesgos de accidentes	Vertimiento de grasas y aceites sobre el suelo
			Atropellamientos
	Generación de residuos sólidos	Afectación de la fauna silvestre	Introducción de fauna exótica
			Desplazamiento de fauna nativa
		Generación de malos olores	Alteración de la fauna local
			Alteración de la población trabajadora

**Tabla V-10. Efectos prioritarios atribuibles al Transporte de maquinaria.**

Presión o causa de modificación	Efectos		
	Primarios	Secundarios	Terciarios
Transporte de maquinaria	Utilización de la maquinaria	Aumento de emisiones a la atmósfera	Desplazamiento de las comunidades de fauna
			Alteración de las cadenas alimenticias
		Ruido	Desplazamiento temporal de las comunidades de fauna
			Alteración temporal de las cadenas alimenticias

**Tabla V-11. Efectos prioritarios atribuibles al Tránsito vehicular.**

Presión o causa de modificación	Efectos		
	Primarios	Secundarios	Terciarios
Tránsito vehicular	Contaminación del aire	Afectación de fauna local	Desplazamiento temporal de las comunidades de fauna
			Alteración temporal de las cadenas alimenticias
			En casos severos se puede llegar a afectar las vías respiratorias



Presión o causa de modificación	Efectos		
	Primarios	Secundarios	Terciarios
		Afectación salud humana	En casos severos se puede intoxicar
	Contaminación de ruido	Afectación de fauna local	Desplazamiento temporal de las comunidades de fauna
			Alteración temporal de las cadenas alimenticias
		Afectación salud humana	En casos severos se puede llegar a la sordera
			En casos severos se puede afectar psicológicamente
	Derrame de residuos derivados de petróleo	Contaminación de suelo	Contaminación de mantos freáticos
			Enfermedades a la población
		Incendios	Pérdida de vegetación
	Crecimiento urbano	Incremento en la demanda de bienes y servicios	Muertes accidentales
			Aumento del consumo de agua
			Aumento de la generación de residuos sólido
	Riesgo de accidentes	Invasión del derecho de vía	Crecimiento irregular por la orilla del camino
			Aumento de los tiempos de tránsito
Riesgo de accidentes	Atropellamiento de fauna silvestre o introducida	Pérdida de ejemplares bajo algún estatus de protección de la norma.	
		Problemáticas sociales	
	Atropellamiento de peatones	Problemáticas sociales	

**Tabla V-12. Efectos prioritarios atribuibles a la Nivelación del terreno.**

Presión o causa de modificación	Efectos		
	Primarios	Secundarios	Terciarios
Nivelación del terreno	Rellenado y ejecución de cortes	Erosión	Arrastre de sedimentos
			Pérdida de nutrientes del suelo
		Encharcamiento	Generación de mosquitos
			Generación de malos olores

**Tabla V-13. Efectos prioritarios atribuibles a Cortes y terraplenes.**

Presión o causa de modificación	Efectos		
	Primarios	Secundarios	Terciarios
Cortes y terraplenes	Afectación de la topografía	Afectación de los flujos hídricos naturales	Modificación de los causes
			Modificación de las tasas de infiltración
		Encharcamiento	Generación de mosquitos
			Generación de malos olores
	Afectación de la vegetación	Erosión	Arrastre de sedimentos
			Pérdida de nutrientes del suelo
		Pérdida de hábitats	Desplazamiento de las poblaciones de fauna
	Fragmentación del hábitat		
	Inestabilidad de taludes	Pérdida de suelo fértil	Afectación de la regeneración natural
			Erosión
Deslizamientos		Erosión	
		Arrastre de sedimentos	

**Tabla V-14. Efectos prioritarios atribuibles a la Preparación de la calzada y pavimentación.**

Presión o causa de modificación	Efectos		
	Primarios	Secundarios	Terciarios
Preparación de la calzada y pavimentación	Remoción de la vegetación	Erosión	Arrastre de sedimentos
			Pérdida de nutrientes del suelo
		Pérdida de hábitats	Desplazamiento de las poblaciones de fauna
			Fragmentación del hábitat

**Tabla V-15. Efectos prioritarios atribuibles al Mantenimiento de maquinaria.**

Presión o causa de modificación	Efectos		
	Primarios	Secundarios	Terciarios
Mantenimiento de maquinaria	Derrame de residuos derivados de petróleo	Contaminación de suelo	Contaminación de mantos freáticos
			Enfermedades a la población
		Incendios	Pérdida de vegetación
			Muertes accidentales

**Tabla V-16. Efectos prioritarios atribuibles al Retiro de escombros y desperdicios.**

Presión o causa de modificación	Efectos		
	Primarios	Secundarios	Terciarios
Retiro de escombros y desperdicios	Alteración de los cursos del agua	Erosión	Arrastre de sedimentos
			Pérdida de nutrientes del suelo
		Encharcamiento	Generación de mosquitos
			Generación de malos olores

**Tabla V-17. Efectos prioritarios atribuibles a Campamentos y oficinas de campo.**

Presión o causa de modificación	Efectos		
	Primarios	Secundarios	Terciarios
Campamentos y oficinas de campo	Contaminación de las corrientes superficiales de agua	Fecalismo al aire libre	Enfermedades gastrointestinales
			Atracción de fauna nociva
		Generación de residuos sólidos	Necesidad de transportación para su disposición final
			Atracción de fauna nociva
	Derrames derivados de petróleo	Contaminación del suelo	Vertimiento de grasas y aceites sobre el suelo
			Contaminación de mantos freáticos
		Incendios	Pérdida de vegetación
			Muertes accidentales
	Consumo energético	Quema de combustible provocado por los motores de las plantas generadoras de luz	Emisiones a la atmósfera
			Generación de malos olores
		Generación de ruido	Desplazamiento de las poblaciones de fauna
			Afectación de la población local

**Tabla V-18. Efectos prioritarios atribuibles a la Circulación de vehículos.**

Presión o causa de modificación	Efectos		
	Primarios	Secundarios	Terciarios
Circulación de vehículos	Aumento del flujo de vehículos	Aumento de las emisiones a la atmósfera	Desplazamiento de las comunidades de fauna
			Alteración de las cadenas alimenticias
		Interrupción del flujo natural de fauna	Poblaciones se aíslan
			Mortandad por atropellamiento

**Tabla V-19. Efectos prioritarios atribuibles a la Conservación y mantenimiento de caminos.**

Presión o causa de modificación	Efectos		
	Primarios	Secundarios	Terciarios
Conservación y mantenimiento de caminos	Utilización de maquinaria y equipos	Aumento de las emisiones a la atmósfera	Desplazamiento de las comunidades de fauna
			Afectación de las poblaciones humanas
		Derrames de derivados del petróleo	Vertimiento de grasas y aceites sobre el suelo
			Contaminación de mantos freáticos

**Tabla V-20. Efectos prioritarios atribuibles a la Excavación y nivelación.**

Presión o causa de modificación	Efectos		
	Primarios	Secundarios	Terciarios
Excavación y nivelación	Drenaje superficial	Erosión	Arrastre de sedimentos
			Pérdida de nutrientes del suelo
		Encharcamiento	Generación de mosquitos
			Generación de malos olores
	Afectación de la topografía	Erosión	Pérdida de nutrientes
			Impermeabilización del suelo
		Remoción de material pétreo	Afectación de la topografía
			Alteración de la velocidad de infiltración del agua
	Afectación de suelo e hidrología	Erosión	Arrastre de sedimentos
			Pérdida de nutrientes del suelo
		Encharcamiento	Generación de mosquitos
			Generación de malos olores
	Movimiento de maquinaria	Contaminación y ruido	Emisiones a la atmósfera
			Desplazamiento de fauna
Riesgo de accidentes		Atropellamiento de fauna	
		Atropellamiento de humanos	

**Tabla V-21. Efectos prioritarios atribuibles a Obras de drenaje y subdrenaje.**

Presión o causa de modificación	Efectos		
	Primarios	Secundarios	Terciarios
Obras de drenaje y subdrenaje	Incorporación de estructuras y elementos	Contaminación y ruido	Emisiones a la atmósfera
			Desplazamiento de fauna
			Afectación de la topografía

Presión o causa de modificación	Efectos		
	Primarios	Secundarios	Terciarios
	ajenos al terreno natural	Remoción de material pétreo	Alteración de la velocidad de infiltración del agua
	Interrupción del flujo biológico	Afectación a la fauna	Limitación del flujo subterráneo de los roedores Generación de sitios de refugio para fauna nociva

**Tabla V-22. Efectos prioritarios atribuibles al Mantenimiento y la Conservación.**

Presión o causa de modificación	Efectos		
	Primarios	Secundarios	Terciarios
Mantenimiento Conservación	Movimiento de maquinaria	Contaminación	Contaminación por ruido
			Contaminación de emisiones a la atmósfera
		Riesgos de accidentes	Vertimiento de grasas y aceites sobre el suelo
			Atropellamientos
	Contaminación del aire	Afectación de fauna local	Desplazamiento temporal de las comunidades de fauna
			Alteración temporal de las cadenas alimenticias
		Afectación salud humana	En casos severos se puede llegar a afectar las vías respiratorias En casos severos se puede intoxicar
	Riesgo de accidentes	Atopellamiento de fauna silvestre o introducida	Pérdida de ejemplares bajo algún estatus de protección de la norma Problemáticas sociales
		Atopellamiento de peatones	Problemáticas sociales
	Derrame de residuos derivados de petróleo	Contaminación de suelo	Contaminación de mantos freáticos
			Enfermedades a la población
		Incendios	Pérdida de vegetación Muertes accidentales

**Tabla V-23. Efectos prioritarios atribuibles a la Explotación de bancos de material.**

Presión o causa de modificación	Efectos		
	Primarios	Secundarios	Terciarios
	Eliminación de la cubierta vegetal	Erosión	Arrastre de sedimentos
			Pérdida de nutrientes del suelo

Presión o causa de modificación	Efectos		
	Primarios	Secundarios	Terciarios
Explotación de bancos de material		Pérdida de hábitats	Desplazamiento de las poblaciones de fauna Fragmentación del hábitat
	Disminución del recurso suelo	Erosión	Arrastre de sedimentos. Pérdida de nutrientes del suelo
		Afectación en la regeneración natural	Pérdida de la capacidad de la vegetación retornar a estadios naturales. Afectación a las cadenas alimenticias
	Modificación de los drenajes naturales	Erosión	Arrastre de sedimentos. Pérdida de nutrientes del suelo
		Encharcamiento	Generación de mosquitos. Generación de malos olores
	Movimiento de maquinaria	Contaminación	Contaminación por ruido. Contaminación de emisiones a la atmósfera
		Riesgo de accidentes	Vertimiento de grasas y aceites sobre el suelo Atropellamientos
	Generación de polvo	Afectación de la capacidad de las plantas de llevar a cabo su fotosíntesis	Disminución de la productividad agrícola en áreas circunvecinas. Afectación de las plantas por un periodo que supera el de la generación del impacto
		Afectación a la población	Enojos y descontentos. Enfermedades pulmonares
	Utilización de maquinaria y explosivos	Generación de ruido	Desplazamiento de las poblaciones de fauna Afectación de la población local
		Generación de emisiones a la atmósfera	Generación de malos olores. Emisiones de CO <sub>2</sub>
	Pérdida de vegetación	Pérdida de fuentes de alimento	Desplazamiento de la fauna
		Arrastre de sedimentos	Arrastre de sedimentos. Pérdida de nutrientes del suelo

**Tabla V-24. Efectos prioritarios atribuibles a Acarreos de material.**

Presión o causa de modificación	Efectos		
	Primarios	Secundarios	Terciarios
Acarreos de material	Contaminación por ruido	Afectación de fauna local	Desplazamiento temporal de las comunidades de fauna
			Alteración temporal de las cadenas alimenticias
		Afectación de salud humana	En casos severos se puede llegar a la sordera
			En casos severos se puede afectar psicológicamente
	Generación de polvos	Afectación de la capacidad de las plantas de llevar a cabo su fotosíntesis	Disminución de la productividad agrícola en áreas circunvecinas
			Afectación de las plantas por un periodo que supera el de la generación del impacto
		Afectación a la población	Enojos y descontentos
			Enfermedades pulmonares
	Movimiento de maquinaria	Contaminación	Contaminación por ruido
			Contaminación de emisiones a la atmósfera
		Riesgos de accidentes	Vertimiento de grasas y aceites sobre el suelo
			Atropellamientos
	Generación de partículas volátiles	Afectación de la capacidad de las plantas de llevar a cabo su fotosíntesis	Disminución de la productividad agrícola en áreas circunvecinas
			Afectación de las plantas por un periodo que supera el de la generación del impacto
		Afectación a la población	Enojos y descontentos
			Enfermedades pulmonares
Afectación de suelo e hidrología	Erosión	Arrastre de sedimentos	
		Pérdida de nutrientes del suelo	
	Encharcamiento	Generación de mosquitos Generación de malos olores	

**Tabla V-25. Efectos prioritarios atribuibles a Plantas de asfalto, concreto, trituradoras, talleres y patios de servicio.**

Presión o causa de modificación	Efectos		
	Primarios	Secundarios	Terciarios
Plantas de asfalto, concreto, trituradoras, talleres y patios de servicio	Deterioro del paisaje	Pérdida del valor estético	La población puede perder interés en la calidad estética
		Fragmentación	Reducción del atractivo turístico
			Pérdida de flujo génico
			Concentración de las poblaciones de fauna
	Pérdida de la capa vegetal	Arrastre de sedimentos	Arrastre de sedimentos
		Afectación a grupos de fauna	Pérdida de nutrientes del suelo
			Desplazamiento de fauna local
			Favorecimiento para el ingreso de fauna exótica
	Riesgos de accidentes	Atropellamiento de fauna silvestre o introducida	Pérdida de ejemplares bajo algún estatus de protección de la norma
		Atropellamiento de peatones	Problemáticas sociales
			Problemáticas sociales
	Contaminación por ruido	Afectación de fauna local	Pérdida de ejemplares bajo algún estatus de protección de la norma
		Afectación salud humana	Desplazamiento temporal de las comunidades de fauna
			Alteración temporal de las cadenas alimenticias
			En casos severos se puede llegar a la sordera
	Afectación de suelo e hidrología	Erosión	En casos severos se puede afectar psicológicamente
			En casos severos se puede llegar a la sordera
		Encharcamiento	Arrastre de sedimentos
			Pérdida de nutrientes del suelo
	Generación de polvos	Afectación de la capacidad de las plantas de llevar a cabo su fotosíntesis	Generación de mosquitos
Generación de malos olores			
Afectación a la población		Disminución de la productividad agrícola en áreas circunvecinas	
		Afectación de las plantas por un periodo que supera el de la generación del impacto	
Afectación a la población	Enojos y descontentos		
	Enfermedades pulmonares		



Presión o causa de modificación	Efectos		
	Primarios	Secundarios	Terciarios
	Movimiento de maquinaria	Contaminación	Contaminación por ruido
			Contaminación de emisiones a la atmósfera
		Riesgos de accidentes	Vertimiento de grasas y aceites sobre el suelo
			Atropellamientos

**Tabla V-26. Efectos prioritarios atribuibles al Pavimento.**

Presión o causa de modificación	Efectos		
	Primarios	Secundarios	Terciarios
Pavimentación	Afectación al microclima	Aumento de la temperatura microlocal	Desplazamiento de especies poco tolerantes a cambios de temperatura
			Se favorece el establecimiento de especies ruderales
		Reducción de humedad microlocal	Desplazamiento de especies poco tolerantes a la reducción de la humedad ambiental
			Se favorece el establecimiento de especies ruderales
	Afectación de suelo e hidrología	Pérdida de utilidad del suelo	Pérdida del potencial de producción agrícola
			Pérdida permanente de la regeneración natural de la vegetación
		Encharcamiento	Generación de mosquitos
			Generación de malos olores
	Derrame de residuos derivados de petróleo	Contaminación de suelo	Contaminación de mantos freáticos
			Enfermedades a la población
		Incendios	Pérdida de vegetación
			Muertes accidentales
	Cambios en los patrones de escurrimientos de aguas superficiales	Erosión	Arrastre de sedimentos
			Pérdida de nutrientes del suelo
Encharcamiento		Generación de mosquitos	
		Generación de malos olores	
Infiltración	Reducción de la infiltración del agua	Reducción de la disponibilidad del agua	

Presión o causa de modificación	Efectos		
	Primarios	Secundarios	Terciarios
		Arrastre de contaminantes al agua freática	Intoxicación de la población Pérdida de la calidad del agua

**Tabla V-27. Efectos prioritarios atribuibles al Manejo y disposición de residuos de obra.**

Presión o causa de modificación	Efectos		
	Primarios	Secundarios	Terciarios
Manejo y disposición de residuos de obra	Afectación de suelo e hidrología	Erosión	Arrastre de sedimentos
			Pérdida de nutrientes del suelo
	Deterioro del paisaje	Encharcamiento	Generación de mosquitos
			Generación de malos olores
		Pérdida del valor estético	La población puede perder interés en la calidad estética. Reducción del atractivo turístico
		Fragmentación	Pérdida de flujo génico Concentración de las poblaciones de fauna

### V.3 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

#### Estimaciones cualitativas y cuantitativas de los cambios generados en el sistema ambiental regional

A partir del reconocimiento de las características del proyecto (Capítulo II) y las condiciones del sitio (Capítulo IV) se hizo una primera generación de componentes abióticos, bióticos, socioeconómicos y de riesgos vinculados con alguna de las fases del proyecto. En esta primera etapa se utilizó el método de lista de chequeo para poder identificar los impactos más frecuentes y los que directamente están vinculados con alguna característica del proyecto. Posteriormente, cada uno de estos componentes fueron analizados de forma específica para caracterizar los impactos indirectos. Para este paso empleamos los diagramas de redes para poder ampliar nuestro listado de componentes que podrían ser alterados por alguna fase del proyecto. Finalmente, la ponderación de los impactos ambientales fue empleando la metodología Matriz de Evaluación Rápida de Impacto "RIAM", por sus siglas en inglés.

La magnitud del impacto para cada uno de los elementos ambientales evaluados y para cada una de las diferentes etapas del proyecto, se generó a partir del conocimiento experto de las condiciones

actuales del sistema ambiental regional y del sistema ambiental local. De esta manera, se buscó tener un cuadro conceptual extenso en el que se pudiera obtener un umbral de las posibles afectaciones al instaurarse el presente proyecto, y así definir el grado de afectación.

La información base fue obtenida de la revisión de textos especializados y los diferentes recorridos en campo por especialistas en cada uno de los diferentes grupos de elementos evaluados, información presentada en el Capítulo IV de este documento. Para el ámbito de clima y fauna fueron empleadas diferentes referencias científicas publicadas dentro de revistas internacionales y libros especializados, reconocidos como líderes en la materia, en los cuales se dan a conocer las diferentes complicaciones y afectaciones sobre los grupos derivados por la construcción de diversos proyectos antropogénicos.

A partir de la potencialidad de los impactos, se hizo un análisis de similitud de la magnitud de los impactos y se procedió a realizar la ponderación de ellos, pero ajustados a las condiciones locales y regionales del área de estudio.

La magnitud del impacto se definió y ponderó de acuerdo con Markku Kuitunen, Kimmo Jalava y Kimmo Hirvonen del departamento de Ciencias Biológicas y Ambientales de la Universidad de Jyväskylä en Finlandia, publicado en el *Journal Environmental Impact Assessment Review* en el año 2008, volumen 28 pp. 312-320. En este análisis, se hizo una revisión exhaustiva de diferentes estudios ambientales y de cada uno de los componentes impactados. De esta revisión y por medio de análisis estadísticos rigurosos se derivó la construcción de un índice compuesto, donde no sólo se ponderó la magnitud del impacto; sino la extensión, reversibilidad y acumulación, entre otros elementos. Cada uno de ellos fue analizado de manera individual y llegaron a establecer las valoraciones para cada indicador, evitando la sobre valoración de algunos componentes, y/o la subvaloración de otros, dentro de ellos resalta la ponderación de la magnitud del impacto.

Con este tipo de aproximación se buscó tener claridad en la presentación de resultados y reducir su incertidumbre, pero nunca perdiendo de vista la priorización de los impactos más adversos.

Finalmente, como hacen notar los autores (Asko Ijäs, Markku T. Kuitunen y Kimmo Jalava) en su publicación del año (2010:3) en el *Environmental Impact Assessment Review* bajo el título *Developing the RIAM method (rapid impact assessment matrix) in the context of impact significance*

*assessment*, de acuerdo con sus análisis de diferentes proyectos, esta metodología puede ser considerada confiable ya que, independientemente del panel de expertos, los resultados muestran poca variabilidad entre clases, mostrando que rara vez se obtienen cambios entre categorías de afectación del impacto, y cuando esto sucede, nunca es en más de una categoría, lo que es fundamental para que los resultados tengan una alta significancia.

Para la aplicación de la ponderación de la magnitud del impacto, en la siguiente sección, se define cómo se pondera, resuelve y se interpreta el índice compuesto.

### V.3.1 Criterios y Técnicas para evaluar los impactos ambientales

En este punto se presenta la técnica empleada para la identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos, sinérgicos y residuales que puede causar el proyecto. La identificación de los elementos que podrían mostrar alteración con la introducción del proyecto, la clasificación de las categorías y las escalas de medición de impactos fueron propuestas por especialistas para cada uno de los elementos evaluados (geógrafos, botánicos, mastozoólogos, constructores, entre otros). La escala de valores se estableció tomando en cuenta el diagnóstico ambiental del SAR.

El método de identificación de los impactos ambientales se derivó a partir de un listado de reconocimiento realizado en campo por los especialistas. Todas las variables identificadas como potencialmente afectadas se consideraron para llevar a cabo la evaluación de impacto ambiental. Adicionalmente, este listado se complementó con la integración de las variables que se proponen en el libro “Evaluación de Impacto Ambiental: conceptos y métodos” de Luis Enrique Sánchez (2011) y Alonso *et al.*, (1987). En este libro se enlistan las variables más importantes que se deben considerar en todas las evaluaciones de impacto ambiental para la construcción de carreteras, mismas que fueron retomadas e integradas a nuestro inventario de variables a evaluar.

Además, se incluyeron las publicaciones de Soto, A., y Damián, S. (1999) que desarrollaron un catálogo de impactos ambientales generados por la carreteras y sus medidas de mitigación y dada a conocer bajo la Publicación Técnica No. 133 con ISSN 0188-7297 y la publicación realizada por Hernández Michaca *et al.*, (2000) bajo el título “Impacto Ambiental de Proyectos Carreteros en Ecurrimiento del Agua Superficial” con la Publicación Técnica No. 141 con ISSN 0188-7297, ambos

por encargo de la *Secretaría de Comunicaciones y Transportes* y el *Instituto Mexicano del Transporte*. De esta manera, se puede asegurar que las variables más importantes fueron integradas en la evaluación que aquí se presenta.

El proceso de evaluación bajo el cual se desarrolló la identificación de los impactos ambientales contempla como punto central la identificación de los impactos a través de la matriz de Leopold. Se implementó el uso de una matriz tipo Leopold modificada para introducir una ponderación numérica por factor evaluado, esto con la finalidad de identificar y evaluar los impactos ambientales, el grado de afectación de cada uno de éstos y así sugerir diferentes medidas de prevención y mitigación adecuadas. La metodología fue desarrollada por Markku Kuitunen, Kimmo Jalava y Kimmo Hirvonen, del departamento de Ciencias Biológicas y Ambientales de la Universidad de Jyväskylä en Finlandia como parte del estudio titulado “Efectividad de las Evaluaciones de Impacto Ambiental”, publicado en el *Journal Environmental Impact Assessment Review* en el año 2008, volumen 28 pp. 312-320 bajo el título “*Testing the usability of the Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM) method for comparison of EIA and SEA results*”.

Los factores evaluados son los siguientes:

*Naturaleza del impacto*: describe tipo de impacto benéfico o perjudicial, donde se emplean los +1 y -1, respectivamente, y el valor 0 para aquellos impactos que no se derivan del proyecto (siguiente Tabla).

**Tabla V-28. Escala de afectación por la Naturaleza del impacto.**

Puntuación	Definición
-1	Impacto perjudicial
0	Ausencia de impacto
+1	Impacto benéfico

*Permanencia*: consiste en el impacto o actividad que permanece en el tiempo y que afecta las condiciones naturales originales u óptimas (siguiente Tabla).

**Tabla V-29. Escala de afectación por la Permanencia del impacto.**

Puntuación	Definición
3	Permanente. La duración es de >15 años
2	Temporales. La duración es de 1-15 años

Puntuación	Definición
1	No hay cambio. Duración de menos de 1 año

*Reversibilidad:* consiste en la capacidad de regresar al estado original previo al impacto (siguiente Tabla).

**Tabla V-30. Escala de afectación por la Reversibilidad del impacto.**

Puntuación	Definición
3	Irreversible. Se aplica cuando no existe la posibilidad de regresar al estado original. Se modificó el ambiente de manera permanente o por un periodo de tiempo muy largo
2	Reversible. Sí existe la capacidad de restaurar el sistema posterior al impacto y retornarlo a las condiciones previas de dicho impacto
1	No aplica. Es difícil de identificar como reversible o irreversible o simplemente posterior al impacto si éste no continua se regresa a las condiciones originales de manera natural y relativamente rápida (0-2 años)

*Acumulación:* consiste en el incremento progresivo en el tiempo (siguiente Tabla).

**Tabla V-31. Escala de afectación por la Acumulación del impacto.**

Puntuación	Definición
3	Acumulativo o sinérgico. El impacto se suma o potencializa con otras actividades o impactos que se realicen en la misma región
2	No acumulativo
1	No aplicable

*Magnitud del impacto:* corresponde al nivel de impacto o fuerza de éste. El impacto benéfico o perjudicial está definido por la naturaleza del impacto (siguiente Tabla).

**Tabla V-32. Escala de afectación por la Magnitud del impacto.**

Puntuación	Definición
3	Domina el efecto del impacto (principalmente benéfico o principalmente perjudicial)
2	Se mejoran/empeoran medianamente las condiciones originales.
1	Se mejoran/empeoran muy poco las condiciones originales.

*Extensión:* se relaciona con el área donde se lleva el impacto y su área de influencia (siguiente Tabla).

**Tabla V-33. Escala de afectación por la Extensión del impacto.**

Puntuación	Definición
4	Importante a nivel nacional o internacional
3	Importancia regional, uno o más municipios cercanos, incluyendo a un alto número de las comunidades que en ellos se localizan

Puntuación	Definición
2	Impacto en las áreas inmediatas
1	Impacto en el contexto local, a nivel de comunidad o ciudad
0	De baja escala geográfica, una casa, un pozo, etc.

Finalmente, aplicando la ecuación  $(P+R+A) * (NM * E)$  se obtienen los valores de impacto para cada una de las variables evaluadas y cada una de las fases del proyecto (siguiente Tabla).

**Tabla V-34. Escala de afectación por la Ponderación del impacto.**

Puntuación		Descripción
+72	+108	Principalmente impactos positivos
+36	+71	Impactos significativamente positivos
+19	+35	Impactos moderadamente positivos
+10	+18	Impactos positivos
+1	+9	Impactos ligeramente positivos
0	0	No aplica
-1	-9	Impactos ligeramente negativos
-10	-18	Impactos negativos
-19	-35	Impactos moderadamente negativos
-36	-71	Impactos significativamente negativos
-72	-108	Principalmente impactos negativos

### V.3.2 Análisis de la media de los valores de los impactos e identificación de los impactos más relevantes

Debido a que al interior de cada grupo de elementos evaluados se pueden tener diferentes comportamientos, éstos se pueden clasificar en dos grandes tipos. El primero consiste en datos con valores similares de afectación y con una baja dispersión. Este grupo es de gran ayuda al momento de diseñar medidas de prevención y mitigación de los impactos debido a que se pueden dirigir medidas de prevención y de mitigación a nivel de grupo, lo que repercute en una mayor eficiencia de los beneficios a un menor costo económico. Inclusive, se pueden aplicar a impactos que de manera individual pudieran no ser de importancia, pero que en conjunto resultan ser relevantes.

El otro comportamiento de los datos se refiere a elementos que muestren un nivel de afectación alto entre otros con bajos. Esto arroja un valor medio de afectación de moderada importancia, pero con una dispersión muy grande de los datos. Este grupo como tal, enmascara a los principales factores que serán alterados por la implementación del proyecto, y por tanto se debe aplicar otro método de análisis como se mostrará en la siguiente sección.

Para el primer tipo de comportamiento, se hace una separación de los impactos benéficos de los perjudiciales. Estos a su vez, son agrupados de acuerdo con su categoría, tal como se muestra en el listado siguiente y delimitado por un sombreado azul claro.

Se calculó el valor promedio y la desviación estándar para cada uno de los grupos, y de manera grupal se revisó el nivel de dispersión de los datos con +/-1 de desviación estándar referida al promedio. Finalmente, se representaron con una gráfica de telaraña con el valor medio y +1 de desviación estándar, siempre refiriendo el nivel de afectación a la categorización indicada en la sección anterior.

A continuación, en la siguiente tabla, se presenta el listado de componentes que serán modificados, positiva o negativamente por alguna de las etapas del proyecto. Este listado es el resultado del proceso iterativo de identificación de componentes que podrían ser modificados con alguna de las fases del proyecto.

**Tabla V-35. Matriz base para la identificación de los impactos más relevantes.**

<b>Matriz base</b>
<b>1. CLIMA</b>
Clima (régimen térmico, pluviométrico, evapotranspiración y vientos)
<b>2.1 FAUNA</b>
Poblaciones, especies, individuos
Mamíferos
Aves
Anfibios
Reptiles
Introducción y proliferación de especies exóticas
Hábitats
Alteración o eliminación de hábitats terrestres
Alteración, eliminación o creación de hábitats acuáticos o zonas húmedas
Desplazamiento o concentración de especies o individuos
<b>2.2 FLORA</b>
Cambios en la composición de la cubierta
Cambio en la superficie de la cubierta vegetal
Proliferación de especies exóticas
Modificación de la regeneración
<b>2.3 FUNCIONAMIENTO BIOLÓGICO</b>
Alteración de las cadenas tróficas y ciclos de producción
Bloqueo o dificultades para el movimiento o migración



<b>Matriz base</b>
Perturbaciones antrópicas (luces nocturnas, ruido, circulación)
<b>3. RIESGOS GEOFÍSICOS</b>
Desprendimientos, deslizamientos o hundimientos de tierras
Calidad estética y química de las aguas superficiales
Calidad química de las aguas subterráneas
Recarga de acuíferos
Erosión
Modificación del relieve y patrón de drenaje
<b>4.1 SUELO</b>
Alteración de las características físicas
Alteración de las características químicas
<b>4.2 USO DEL SUELO Y PRODUCTIVIDAD</b>
Degradación de las áreas destinadas a la producción comercial (agrícola, pecuario o forestal)
Patrimonio arqueológico o de interés histórico
<b>5. ASPECTO SOCIAL</b>
Empleo
Salud
Vivienda
Dinamización de la economía regional
<b>6. ANÁLISIS DE RIESGO</b>
Riesgo sísmico
Riesgo de incendio
Riesgo de inundación y efectos barrera
Generación de malos olores
Generación de residuos sólidos
Generación de ruido y vibraciones
Contaminación del aire

Finalmente, este tipo de análisis serán repetidos de la misma manera para poder valorar y ponderar el nivel en el que se han visto reducidas las afectaciones ambientales, una vez que implementen las medidas de prevención y mitigación, distinguiendo con ello la eficiencia de las medidas instauradas.

### V.3.3 Valoración del tipo y características de los impactos ambientales generados

En esta sección se ingresan las matrices de impacto ambiental y las de todos los componentes evaluados para cada una de las etapas del proyecto.

### *V.3.3.1 Identificación de las afectaciones a la estructura y funciones del sistema ambiental regional*

Como primer paso se realizó un listado de reconocimiento para identificar las variables que pudieran ser afectadas por la implementación del presente proyecto, ver sección previa para el listado extenso. De este grupo de variables se obtuvieron un total de 38 elementos que fueron seleccionados, analizados, y se desglosaron sus impactos en once grupos. Se realizó la ponderación numérica de cada uno de los elementos impactados siguiendo el método explicado anteriormente para cada una de las fases del proyecto, mismos que se muestran en las siguientes tablas.

**Tabla V-36. Matriz de impactos de la fase de preparación del sitio.**

Preparación del sitio	NATURALEZA DEL IMPACTO	PERMANENCIA	REVERSIBILIDAD	ACUMULACIÓN	MAGNITUD DEL IMPACTO	EXTENSIÓN	Importancia considerando la naturaleza
1. CLIMA	-1.0	3.0	3.0	3.0	1.0	2.0	-18.0
Clima (régimen térmico, pluviométrico, evapotranspiración y vientos)	-1	3	3	3	1	2	-18
2.1 FAUNA	-0.9	1.5	2.0	3.0	1.1	1.6	-13.3
Poblaciones, especies, individuos	-1	1	2	3	1	1	-6
Mamíferos	-1	1	2	3	1	1	-6
Aves	-1	1	2	3	1	1	-6
Anfibios	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Reptiles	-1	1	2	3	1	1	-6
Introducción y proliferación de especies exóticas	-1	2	3	3	2	2	-32
<b>HÁBITATS</b>							
Alteración o eliminación de hábitats terrestres	-1	3	2	3	1	3	-24
Alteración, eliminación o creación de hábitats acuáticos o zonas húmedas	-1	1	1	3	1	1	-5
Desplazamiento o concentración de especies o individuos	-1	2	2	3	1	3	-21

Preparación del sitio	NATURALEZA DEL IMPACTO	PERMANENCIA	REVERSIBILIDAD	ACUMULACIÓN	MAGNITUD DEL IMPACTO	EXTENSIÓN	Importancia considerando la naturaleza
2.2 FLORA	-0.8	2.8	1.8	3.0	1.3	1.3	-11.8
Cambios en la composición de la cubierta	0	2	2	3	1	1	0
Cambio en la superficie de la cubierta vegetal	-1	3	2	3	2	2	-32
Proliferación de especies exóticas	-1	3	2	3	1	1	-8
Modificación de la regeneración	-1	3	1	3	1	1	-7
2.3 FUNCIONAMIENTO BIOLÓGICO	-1.0	1.3	2.3	3.0	1.3	1.7	-16.7
Alteración de las cadenas tróficas y ciclos de producción	-1	1	2	3	1	1	-6
Bloqueo o dificultades para el movimiento o migración	-1	2	3	3	2	2	-32
Perturbaciones antrópicas (luces nocturnas, ruido, circulación)	-1	1	2	3	1	2	-12
3. RIESGOS GEOFÍSICOS	-0.7	1.5	2.0	2.8	1.5	1.5	-12.5
Desprendimientos, deslizamientos o hundimientos de tierras	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Preparación del sitio	NATURALEZA DEL IMPACTO	PERMANENCIA	REVERSIBILIDAD	ACUMULACIÓN	MAGNITUD DEL IMPACTO	EXTENSIÓN	Importancia considerando la naturaleza
Calidad estética y química de las aguas superficiales	-1	1	2	3	1	1	-6
Calidad química de las aguas subterráneas	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Recarga de acuíferos	-1	1	2	3	1	3	-18
Erosión	-1	2	2	3	2	1	-14
Modificación del relieve y patrón de drenaje	-1	2	2	2	2	1	-12
<b>4.1 SUELO</b>	<b>-0.5</b>	<b>2.0</b>	<b>2.0</b>	<b>2.0</b>	<b>1.5</b>	<b>1.0</b>	<b>-9.0</b>
Alteración de las características físicas	-1	2	2	2	2	1	-12
Alteración de las características químicas	-1	2	2	2	1	1	-6
<b>4.2 USO DEL SUELO Y PRODUCTIVIDAD</b>							
Degradación de las áreas destinadas a la producción comercial (agrícola, pecuario o forestal)	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Patrimonio arqueológico o de interés histórico	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<b>5. ASPECTO SOCIAL</b>	<b>0.8</b>	<b>1.0</b>	<b>2.0</b>	<b>3.0</b>	<b>1.3</b>	<b>2.0</b>	<b>12.0</b>
Empleo	1	1	2	3	1	2	12

Preparación del sitio	NATURALEZA DEL IMPACTO	PERMANENCIA	REVERSIBILIDAD	ACUMULACIÓN	MAGNITUD DEL IMPACTO	EXTENSIÓN	Importancia considerando la naturaleza
Salud	1	1	2	3	1	2	12
Vivienda	0						0
Dinamización de la economía regional	1	1	2	3	2	2	24
<b>6. ANÁLISIS DE RIESGO</b>	<b>-0.7</b>	<b>1.2</b>	<b>2.0</b>	<b>2.4</b>	<b>2.0</b>	<b>2.2</b>	<b>-26.4</b>
Riesgo sísmico	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Riesgo de incendio	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Riesgo de inundación y efectos barrera	-1	2	2	1	2	2	-20
Generación de malos olores	-1	1	2	2	1	2	-10
Generación de residuos sólidos	-1	1	2	3	3	3	-54
Generación de ruido y vibraciones	-1	1	2	3	2	2	-24
Contaminación del aire	-1	1	2	3	2	2	-24

**Tabla V-37. Matriz de impactos de la fase de construcción.**

Construcción	NATURALEZA DEL IMPACTO	PERMANENCIA	REVERSIBILIDAD	ACUMULACIÓN	MAGNITUD DEL IMPACTO	EXTENSIÓN	Importancia considerando la naturaleza
1. CLIMA	-1.0	3.0	3.0	3.0	1.0	2.0	-18.0
Clima (régimen térmico, pluviométrico, evapotranspiración y vientos)	-1	3	3	3	1	2	-18
2.1 FAUNA	-0.9	1.3	2.0	3.0	1.3	1.4	-13.6
Poblaciones, especies, individuos	-1	1	2	3	1	1	-6
Mamíferos	-1	1	2	3	1	1	-6
Aves	-1	1	2	3	1	1	-6
Anfibios	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Reptiles	-1	1	2	3	1	1	-6
Introducción y proliferación de especies exóticas	-1	2	3	3	2	2	-32
<b>HÁBITATS</b>							
Alteración o eliminación de hábitats terrestres	-1	1	2	3	1	1	-6
Alteración, eliminación o creación de hábitats acuáticos o zonas húmedas	-1	1	1	3	1	1	-5
Desplazamiento o concentración de especies o individuos	-1	2	2	3	2	3	-42

Construcción	NATURALEZA DEL IMPACTO	PERMANENCIA	REVERSIBILIDAD	ACUMULACIÓN	MAGNITUD DEL IMPACTO	EXTENSIÓN	Importancia considerando la naturaleza
2.2 FLORA	-1.0	2.5	1.8	3.0	1.0	1.0	-7.3
Cambios en la composición de la cubierta	-1	1	2	3	1	1	-6
Cambio en la superficie de la cubierta vegetal	-1	3	2	3	1	1	-8
Proliferación de especies exóticas	-1	3	2	3	1	1	-8
Modificación de la regeneración	-1	3	1	3	1	1	-7
2.3 FUNCIONAMIENTO BIOLÓGICO	-1.0	1.7	2.3	3.0	1.7	2.0	-28.0
Alteración de las cadenas tróficas y ciclos de producción	-1	1	2	3	1	1	-6
Bloqueo o dificultades para el movimiento o migración	-1	3	3	3	2	3	-54
Perturbaciones antrópicas (luces nocturnas, ruido, circulación)	-1	1	2	3	2	2	-24
3. RIESGOS GEOFÍSICOS	-0.8	2.0	2.6	2.6	1.4	1.6	-19.4
Desprendimientos, deslizamientos o hundimientos de tierras	-1	3	3	2	1	1	-8



Construcción	NATURALEZA DEL IMPACTO	PERMANENCIA	REVERSIBILIDAD	ACUMULACIÓN	MAGNITUD DEL IMPACTO	EXTENSIÓN	Importancia considerando la naturaleza
Calidad estética y química de las aguas superficiales	-1	1	2	3	1	1	-6
Calidad química de las aguas subterráneas	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Recarga de acuíferos	-1	2	3	3	2	3	-48
Erosión	-1	2	2	3	1	1	-7
Modificación del relieve y patrón de drenaje	-1	2	3	2	2	2	-28
<b>4.1 SUELO</b>	<b>-0.5</b>	<b>2.0</b>	<b>2.5</b>	<b>2.0</b>	<b>1.5</b>	<b>1.0</b>	<b>-10.0</b>
Alteración de las características físicas	-1	2	3	2	2	1	-14
Alteración de las características químicas	-1	2	2	2	1	1	-6
<b>4.2 USO DEL SUELO Y PRODUCTIVIDAD</b>							
Degradación de las áreas destinadas a la producción comercial (agrícola, pecuario o forestal)	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Patrimonio arqueológico o de interés histórico	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<b>5. ASPECTO SOCIAL</b>	<b>0.5</b>	<b>1.5</b>	<b>2.3</b>	<b>3.0</b>	<b>1.3</b>	<b>1.8</b>	<b>9.8</b>
Empleo	1	1	2	3	1	2	12

Construcción	NATURALEZA DEL IMPACTO	PERMANENCIA	REVERSIBILIDAD	ACUMULACIÓN	MAGNITUD DEL IMPACTO	EXTENSIÓN	Importancia considerando la naturaleza
Salud	1	1	2	3	1	2	12
Vivienda	-1	3	3	3	1	1	-9
Dinamización de la economía regional	1	1	2	3	2	2	24
<b>6. ANÁLISIS DE RIESGO</b>	<b>-0.9</b>	<b>1.7</b>	<b>2.2</b>	<b>2.2</b>	<b>2.2</b>	<b>2.2</b>	<b>-31.7</b>
Riesgo sísmico	-1	3	2	1	1	1	-6
Riesgo de incendio	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Riesgo de inundación y efectos barrera	-1	3	3	1	3	2	-42
Generación de malos olores	-1	1	2	2	1	2	-10
Generación de residuos sólidos	-1	1	2	3	3	3	-54
Generación de ruido y vibraciones	-1	1	2	3	3	3	-54
Contaminación del aire	-1	1	2	3	2	2	-24

**Tabla V-38. Matriz de impactos de la fase de operación o funcionamiento.**

Funcionamiento	NATURALEZA DEL IMPACTO	PERMANENCIA	REVERSIBILIDAD	ACUMULACIÓN	MAGNITUD DEL IMPACTO	EXTENSIÓN	Importancia considerando la naturaleza
1. CLIMA	-1.0	3.0	3.0	3.0	1.0	2.0	-18.0
Clima (régimen térmico, pluviométrico, evapotranspiración y vientos)	-1	3	3	3	1	2	-18
2.1 FAUNA	-0.9	2.9	2.8	3.0	1.3	1.3	-15.4
Poblaciones, especies, individuos	-1	3	3	3	1	1	-9
Mamíferos	-1	3	3	3	1	1	-9
Aves	-1	3	3	3	2	2	-36
Anfibios	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Reptiles	-1	3	3	3	1	1	-9
Introducción y proliferación de especies exóticas	-1	2	1	3	1	1	-6
<b>HÁBITATS</b>							
Alteración o eliminación de hábitats terrestres	-1	3	3	3	1	1	-9
Alteración, eliminación o creación de hábitats acuáticos o zonas húmedas	-1	3	3	3	1	1	-9
Desplazamiento o concentración de especies o individuos	-1	3	3	3	2	2	-36

Funcionamiento	NATURALEZA DEL IMPACTO	PERMANENCIA	REVERSIBILIDAD	ACUMULACIÓN	MAGNITUD DEL IMPACTO	EXTENSIÓN	Importancia considerando la naturaleza
2.2 FLORA	-0.5	3.0	3.0	3.0	1.0	1.0	-9.0
Cambios en la composición de la cubierta	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Cambio en la superficie de la cubierta vegetal	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Proliferación de especies exóticas	-1	3	3	3	1	1	-9
Modificación de la regeneración	-1	3	3	3	1	1	-9
2.3 FUNCIONAMIENTO BIOLÓGICO	-1.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	-36.0
Alteración de las cadenas tróficas y ciclos de producción	-1	3	3	3	2	1	-18
Bloqueo o dificultades para el movimiento o migración	-1	3	3	3	2	2	-36
Perturbaciones antrópicas (luces nocturnas, ruido, circulación)	-1	3	3	3	2	3	-54
3. RIESGOS GEOFÍSICOS	-0.7	3.0	3.0	2.8	1.0	1.8	-15.5
Desprendimientos, deslizamientos o hundimientos de tierras	-1	3	3	2	1	1	-8

Funcionamiento	NATURALEZA DEL IMPACTO	PERMANENCIA	REVERSIBILIDAD	ACUMULACIÓN	MAGNITUD DEL IMPACTO	EXTENSIÓN	Importancia considerando la naturaleza
Calidad estética y química de las aguas superficiales	-1	3	3	3	1	1	-9
Calidad química de las aguas subterráneas	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Recarga de acuíferos	-1	3	3	3	1	3	-27
Erosión	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Modificación del relieve y patrón de drenaje	-1	3	3	3	1	2	-18
<b>4.1 SUELO</b>	<b>-0.5</b>	<b>3.0</b>	<b>3.0</b>	<b>2.0</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0</b>	<b>-8.0</b>
Alteración de las características físicas	-1	3	3	2	1	1	-8
Alteración de las características químicas	-1	3	3	2	1	1	-8
<b>4.2 USO DEL SUELO Y PRODUCTIVIDAD</b>							
Degradación de las áreas destinadas a la producción comercial (agrícola, pecuario o forestal)	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Patrimonio arqueológico o de interés histórico	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<b>5. ASPECTO SOCIAL</b>	<b>0.5</b>	<b>2.0</b>	<b>2.5</b>	<b>3.0</b>	<b>1.8</b>	<b>2.3</b>	<b>17.3</b>
Empleo	1	1	2	3	1	2	12

Funcionamiento	NATURALEZA DEL IMPACTO	PERMANENCIA	REVERSIBILIDAD	ACUMULACIÓN	MAGNITUD DEL IMPACTO	EXTENSIÓN	Importancia considerando la naturaleza
Salud	1	1	2	3	1	2	12
Vivienda	-1	3	3	3	2	2	-36
Dinamización de la economía regional	1	3	3	3	3	3	81
<b>6. ANÁLISIS DE RIESGO</b>	<b>-0.7</b>	<b>3.0</b>	<b>3.0</b>	<b>3.0</b>	<b>1.6</b>	<b>2.2</b>	<b>-34.2</b>
Riesgo sísmico	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Riesgo de incendio	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Riesgo de inundación y efectos barrera	-1	3	3	3	2	2	-36
Generación de malos olores	-1	3	3	3	1	2	-18
Generación de residuos sólidos	-1	3	3	3	1	1	-9
Generación de ruido y vibraciones	-1	3	3	3	2	3	-54
Contaminación del aire	-1	3	3	3	2	3	-54

### *V.3.3.2 Análisis de la media de los valores de los impactos e identificación de los impactos más relevantes*

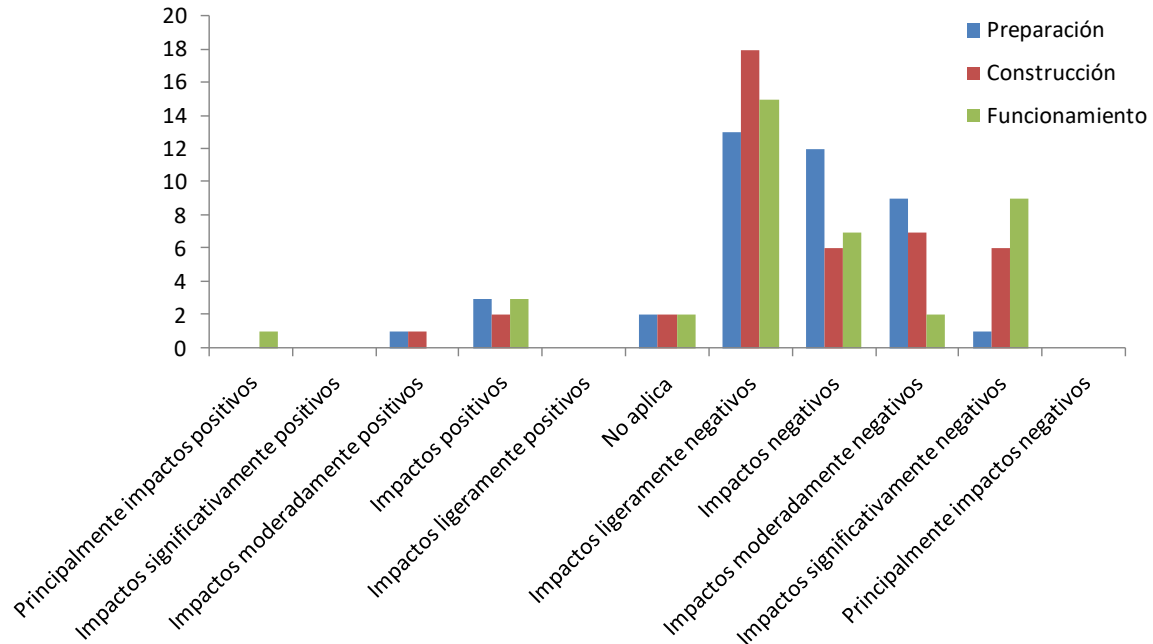
Al evaluar los grupos de impactos observamos que los efectos en cada uno de los elementos son diferenciales. Esto quiere decir, que los impactos en las subdivisiones de cada uno de los grupos muestran contrastes significativos, lo que enmascara los principales impactos ambientales en los cuales es necesario concentrar las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales. Por esta razón, fue necesaria la evaluación de los valores medios de los impactos de cada uno de los grupos para cada una de las fases por grupo, con los siguientes resultados:

#### *1. Priorización de los impactos ambientales adversos*

El siguiente análisis tiene como fin el identificar a nivel de grupo de elementos impactados cuáles serán los principalmente afectados. Esto se realiza toda vez que dentro de un grupo todas las variables pueden ser afectadas de una manera media, y pasando por alto el grado de afectación que en su conjunto puede presentar. De esta manera con este análisis se podrán distinguir los grupos de variables más importantes, y a ellas dirigir las medidas de prevención y mitigación a nivel de grupo, logrando con ellos optimizar el uso de los recursos económicos y abatir los impactos de un mayor número de elementos. Sin embargo, como este análisis se realiza a nivel de grupo, un elemento de gran importancia dentro de un grupo con pocas afectaciones puede ser enmascarado, es por esto por lo que, posterior a este análisis se procederá con una serie de evaluaciones de los elementos puntuales que serán muy afectados en función de su reversibilidad del impacto y el grado en éstos se esperan que sean impactados. Y será a ellos a los que se les dirigirán medidas para prevenir y mitigar las afectaciones, logrando de esta manera abatir de una mejor manera las afectaciones ambientales en los principales grupos y elementos a ser deteriorados.

En resumen, en la siguiente figura se presentan todos los impactos catalogados para cada una de las fases que conforman al proyecto. Los impactos positivos se concentraron principalmente en la clasificación como positivos a moderadamente positivos, siendo ellos de carácter socioeconómico. En cuanto a los impactos negativos, éstos dominan en número y dependiendo de su clasificación el número impacto fue decreciendo en la clasificación de impactos negativos y moderadamente negativos. En cuanto a los impactos significativamente negativos se incrementan en la fase de funcionamiento. Este fenómeno se logra entender dado que en las fases de preparación y

construcción está relacionada con las afectaciones propias derivadas del uso del proyecto como emisiones a la atmósfera, ruido, desplazamiento de fauna por el ruido, etc.



**Figura V-5. Frecuencia de la clasificación de los impactos por fase.**

1. *Priorización de los impactos ambientales por grupos*

*Fase de preparación de sitio:*

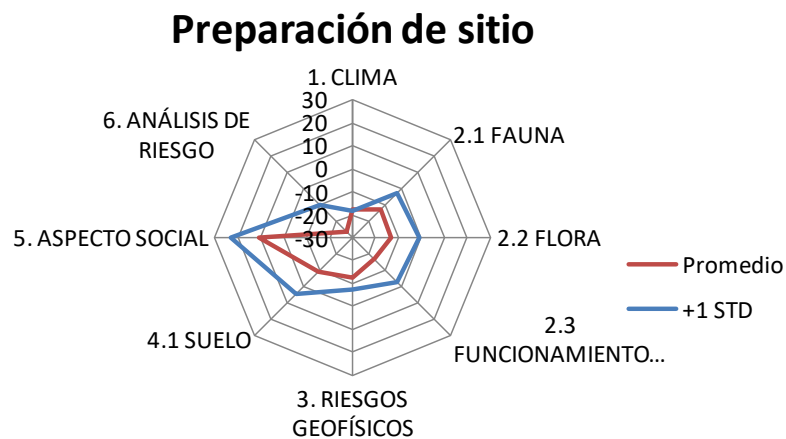
Durante esta fase se observa que los impactos positivos están concentrados sólo en el aspecto social con un valor promedio de 11 y con una desviación estándar de +/- 12, lo que el impacto se entiende como que estos impactos se concentran entre positivos a moderadamente positivos. En lo que respecta a los impactos negativos, el clima mostró un valor de -18 concentrándose como un impacto negativo, las poblaciones, especies e individuos tienen un valor medio de -13 con +/- 12 lo que logra que este grupo se concentre entre impactos negativos a moderadamente negativos. Los impactos de hábitats muestran una media de -17 clasificando a este grupo como negativo. El grupo de flora mostró tener la mayor dispersión de datos concentrándose su media en -14 +/-12 lo que se entiende como impactos negativos a moderadamente negativos.

El mismo análisis para el funcionamiento biológico mostró un impacto promedio de -17 +/-14 concentrando los impactos de negativos a moderadamente negativos. Riesgos geofísicos tienen una



media de  $-13 \pm 14$  lo que significa que los impactos se clasifican como negativos a moderadamente negativos. Los impactos sobre el suelo resultaron ser los  $-9 \pm 4$  significando una afectación ligeramente negativa. Finalmente, los análisis de riesgo indican que el valor medio de las afectaciones es de  $-26 \pm 10$  lo que concentra los impactos moderadamente negativos.

Lo que se puede observar en la gráfica de telaraña es que los grupos de elementos que más deberían cuidarse dado que son los que concentran los valores más bajos son los riesgos, la modificación microclimática, seguido del impacto de flora y fauna.



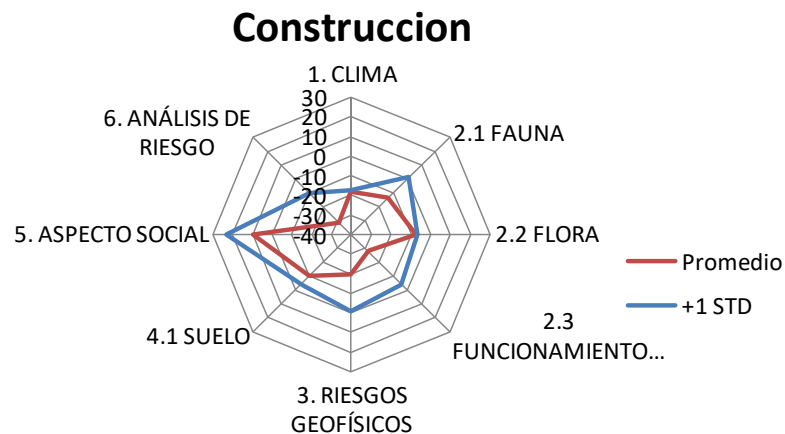
**Figura V-6. Gráfica de araña de distribución de impactos en la fase de preparación de sitio**

**Fase de construcción:**

Durante esta fase se observa que los impactos positivos están concentrados sólo en el aspecto social con un valor promedio de  $10 \pm 14$ , lo que el impacto se entiende como que estos impactos se concentran entre positivos a moderadamente positivos. Lo que respecta a los impactos negativos, el clima mostró un valor de  $-18$  concentrándose como un impacto negativo, las poblaciones, especies e individuos tienen un valor medio de  $-14 \pm 15$  lo que logra que este grupo se concentre entre impactos negativos a moderadamente negativos. Los impactos de hábitats muestran una media de  $-18$  clasificando a este grupo como negativo. El grupo de flora mostró tener la menor dispersión de datos en esta etapa, concentrándose su media en  $-7 \pm 1$  lo que se entiende como impactos ligeramente negativos, reduciendo así su grado de afectación en comparación con la etapa previa, resultado lógico toda vez que en la etapa previa se realizó el desmonte.

El mismo análisis para el funcionamiento biológico mostró un impacto promedio de  $-28 \pm 24$  concentrando los impactos de moderadamente negativos a significativamente negativos. Riesgos geofísicos tiene una media de  $-19 \pm 18$ , valores similares a la fase de preparación de sitio, lo que significa que los impactos se clasifican como de moderadamente negativos a significativamente negativos. Los impactos sobre el suelo resultaron mostraron con un valor medio de  $-10 \pm 6$  significando una afectación negativa. Finalmente, los análisis de riesgo mantuvieron la misma ponderación que en su etapa previa, lo que indica que el valor medio de las afectaciones es de  $-32 \pm 21$  y concentra los impactos de moderadamente negativos a significativamente negativos.

Ahora bien, al analizar la gráfica de araña se observa que la afectación prioritaria a ser atendida corresponde a los riesgos, funcionamiento biológico, especies e individuos de fauna, y flora.



**Figura V-7. Gráfica de araña de distribución de impactos en la fase de construcción.**

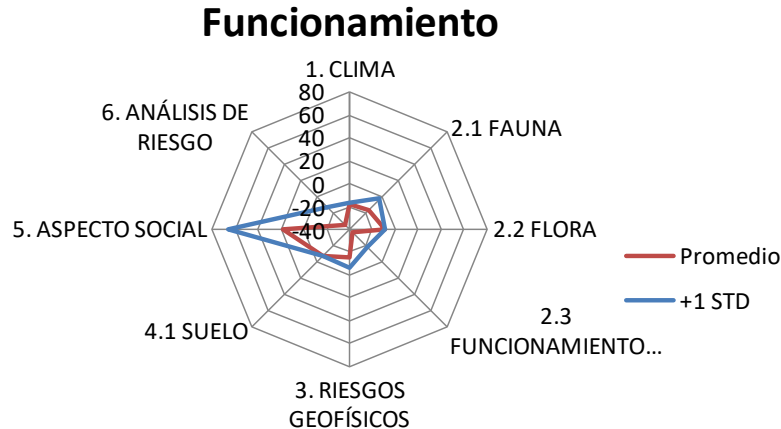
*Fase de Operación o Funcionamiento:*

Durante esta fase se observa que los impactos positivos están concentrados sólo en un grupo, aspecto social, con un valor promedio de  $+35$ , lo que el impacto se entiende como que estos impactos se concentran en moderadamente positivos. Sin embargo, es importante hacer notar que este grupo tiene afectaciones negativas, en particular al rubro de vivienda, que tiene una valoración de  $-36$ .

Lo que respecta a los impactos negativos, el clima mostró un valor de -18 concentrándose como un impacto negativo, las poblaciones, especies e individuos aumentó su valor promedio, así como su desviación estándar a un valor medio de -15 +/- 13 lo que logra que este grupo se concentre entre impactos negativos a moderadamente negativos. Los impactos de hábitats muestran una media a -18, similar a la fase de construcción. El grupo de flora mostró tener una de las menores dispersiones de datos en esta etapa, concentrándose su media en -7 +/-1 lo que se entiende como impactos ligeramente negativos.

El mismo análisis para el funcionamiento biológico mostró la mayor afectación con un impacto promedio de -36 +/-18 concentrando los impactos significativamente negativos. Riesgos geofísicos aumentó media de -16 y mantuvo su dispersión +/-9, valores muy similares a la fase de preparación de sitio y construcción, lo que significa que los impactos se clasifican como negativos a moderadamente negativos. Los impactos sobre el suelo resultaron ser los que menos variabilidad mostraron con un valor medio de -8 +/-0 significando una afectación ligeramente negativa. Finalmente, los análisis de riesgo mantuvieron la misma ponderación que en su etapa previa, lo que indica que el valor medio de las afectaciones es de -34 +/-21 y concentra los impactos de moderadamente a significativamente negativos.

Ahora bien, al analizar la gráfica de araña se observa que la afectación prioritaria a ser atendida corresponde a los riesgos, funcionamiento biológico, especies e individuos de fauna, y flora. Todos los demás grupos, aunque la suma del promedio de la afectación +1 desviación estándar pudiera marcar que son prioritarios, los datos muestran suficiente variabilidad como para sugerir que lo ideal es dirigir las medidas de prevención y mitigación a nivel puntual y no manejarlas a nivel de grupo.



**Figura V-8. Gráfica de araña de distribución de impactos en la fase de funcionamiento.**

Para todas las etapas del proyecto el uso de suelo y productividad tal es el caso de Degradación de las áreas destinadas a la producción comercial (agrícola, pecuario o forestal) y Patrimonio arqueológico o de interés histórico, no muestran alguna afectación; por lo que, en todas las etapas se consideró un impacto NULO.

#### V.3.3.2.1 Descripción de los impactos ambientales residuales

Tomando como referencia lo indicado por la legislación, respecto a la definición de un impacto residual definido como “el impacto que persiste después de la aplicación de las medidas de mitigación” se indica lo siguiente:

Como se mostró anteriormente existen impactos ambientales que difícilmente se podrán prevenir, por lo que se les considera residuales, mismos que se detallarán a continuación. Es muy importante indicar que los impactos residuales enlistados a continuación son tanto los considerados de importancia como los poco significativos. No obstante, se consideraron toda vez que la autoridad solicita la identificación de los impactos ambientales residuales, cualquiera sea su nivel de impacto. Es por ello por lo que se presentan elementos que son poco significativos, o de un nivel de impacto despreciable. Por tanto, es muy importante tomar con cautela los impactos residuales indicados a continuación y no sobreestimar por ello su nivel de importancia:

1. La modificación microclimática, principalmente del régimen térmico será afectado en todas las fases del proyecto, y pese a que el nivel de afectación se concentra en el contexto local, éste sigue siendo un impacto residual.
2. Proliferación de especies exóticas. Este factor es muy difícil de prevenir, sobre todo cuando se refiere a roedores domésticos, perros o gatos. De esta manera, se considera que la proliferación de especies exóticas es un impacto residual, el cual se mitigará como se plasma en el siguiente capítulo. Sin embargo, es importante indicar que principalmente se prevé que esto se localice en las cercanías a los asentamientos humanos
3. Alteración o eliminación de hábitats terrestres y los impactos sobre la vegetación. Estos elementos son considerado como impactos residuales toda vez que toda actividad humana que se realice sobre terrenos con vegetación natural sin importar el grado de perturbación, los hábitats terrestres se alteran o eliminan, y por ende individuos de flora. De esta manera, el impacto sólo puede ser compensado, pero nunca prevenido ni mitigado cuando se pretende un cambio de uso de suelo de la totalidad de un terreno con vegetación natural a uno con cobertura antropogénica.
4. Desplazamiento o concentración de especies o individuos. En el caso particular de esta variable, es importante limitar el acceso de estos individuos, aunque esto signifique el desplazamiento de ellos. Además, es importante recordar que las condiciones ambientales de los predios vecinos a la zona del proyecto son de muy baja calidad.
5. Dificultad de movimiento de las especies de fauna. Como ya se indicó en el punto tres de esta sección y a lo largo del estudio Ambiental, toda actividad humana tiene la capacidad de limitar el movimiento natural de las especies silvestres de fauna, por lo que el presente proyecto tampoco es la excepción. Más aún, por el tipo de proyecto se considera que la dificultad de movimiento será limitado por dos factores principalmente; el efecto de los vehículos automotores asociados al proyecto que ahuyentarán a ciertas especies. De esta manera, queda claro que es difícil prevenir este tipo de impacto.
6. Con la eliminación de la vegetación se promueve el desplazamiento de poblaciones de animales, de esta manera se logra que por ambos grupos se vea alterada la cadena trófica y por consiguiente de los ciclos de producción, y el funcionamiento ecológico. Aunque estos impactos se prevén que sucedan en las inmediaciones al proyecto, particularmente en la

porción norte del proyecto, no se considera de importancia dentro del contexto regional, no se puede minimizar que esto generará un impacto residual, y que la única manera de evitarlo es desurbanizando la región en cuestión.

7. Potencialidad de reducción de recarga de acuíferos. Este factor siempre será residual en todas las actividades antropogénicas que se generen. Sin embargo, es posible mitigarlas como se indicarán en el siguiente capítulo. Aunque vale la pena aclarar que, en el caso particular del proyecto, por la baja permeabilidad del suelo se considera que la afectación, aunque presente esta no es significativa, aunque sí residual.
8. Modificación de las propiedades físicas del terreno. Como se ha mencionado anteriormente, toda actividad humana, sin excepción, siempre trae afectaciones al medio ambiente, en este caso particular, el presente proyecto demandará ligeras adecuaciones en la topografía del terreno para la construcción de la infraestructura, mismas que siempre son necesarias, y que para el correcto funcionamiento de los elementos que forman parte del proyecto se requiere que esta afectación se mantenga. Es por estas razones que es considerada esta variable como susceptible a que sea presentada como un impacto residual.
9. Modificación del pH del suelo. El proceso constructivo de cualquier obra implica la utilización de compuestos químicos, gasolina, pintura, cemento, etc. Ahora bien, los compuestos químicos siempre tienen un proceso de reacción, por muy pequeño que sea, éste siempre tiene la capacidad de afectar elementos que se encuentren en contacto directo. Por lo que el suelo que se encuentre bajo el pavimento será susceptible al cambio de pH, no implicando por ello alguna afectación de importancia hacia el medio ambiente y sus componentes. Aunque esta afectación a nivel de impacto se considera de poca referencia, resulta importante hacerlo notar como muestra a la autoridad que todos los elementos por muy pequeños que sean sí fueron tomados en cuenta durante todo el proceso de evaluación.
10. Generación de malos olores. Esta variable se considera residual toda vez que durante la fase de funcionamiento será imposible tener control sobre los vehículos automotores que circulen al interior del proyecto, por lo que no se puede asegurar que todos ellos cumplan con la certificación ambiental de la verificación de emisiones a la atmósfera, ya que esta certificación no es de tipo obligatorio para todas las entidades del país.

11. Generación de ruidos. Esta variable se considera residual toda vez que durante la fase de funcionamiento será imposible tener control sobre los vehículos automotores que circulen al interior del proyecto, por lo que no se puede asegurar que todos ellos cuenten con sistemas de silenciadores en sus escapes, y con un buen sistema de combustión.
12. Aumento de la contaminación del aire. Esta variable al igual que la anterior es imposible de controlar durante la fase de funcionamiento ya que los vehículos automotores que circulen en el proyecto serán autos de propiedad privada principalmente y por tanto no es posible garantizar que todos ellos cumplan con la certificación ambiental de la verificación de emisiones a la atmósfera.
13. Alteración del paisaje. La armonía visual de la zona sobre la que se establece el presente proyecto ya ha sido alterada anteriormente por la presencia de actividades antropogénicas sobre terrenos con otro tipo de vocación; en este sentido, con el desarrollo del presente proyecto y aun cuando las áreas afectadas sean rehabilitadas, la alteración del paisaje se considera un impacto residual.

#### V.3.3.2.2 Impactos positivos socioeconómico

*Económico.* Los beneficios económicos que se presentan con la construcción del proyecto son:

1. Mantener y preservar el dinamismo económico entre Ciudad de México y Nezahualcóyotl.
2. Facilitar y reducir el traslado a los lugares laborales. Dado que existe un dinamismo económico entre la Ciudad de México y Nezahualcóyotl porque la población de Nezahualcóyotl se desplaza diariamente a la Ciudad de México para laborar, mismos que, se ven afectados por los tiempos de traslado y las altas tarifas del transporte público; este último aspecto se da porque son largas distancias las que recorren los vehículos públicos y provoca que la tarifa aumente.
3. La construcción de la vía permitirá mantener la dinámica económica entre estos municipios de manera que no afecte a las generaciones futuras. Dando oportunidad laboral y facilitando el traslado de la población participante; así como reduciendo tiempos de traslado y las tarifas.

*Movilidad.* Los beneficios en cuanto a la movilidad son:

1. Dar continuidad a las vías de comunicación de Nezahualcóyotl.
2. Ayudar el congestionamiento vial en horas pico.
3. Agilizar y mantener la velocidad de los vehículos motorizados.

Las vialidades principales de Nezahualcóyotl se caracterizan físicamente por presentar obstáculos durante el trayecto, mismos que afectan el mantenimiento de las velocidades y generan congestión. El proyecto dará continuidad a estas vialidades y permitirá la distribución de vehículos.

El congestionamiento vial se presenta en la mañana, mediodía y tarde por lo que es el principal problema y orilla a que las vías no funcionen correctamente. El proyecto permite una opción al momento de trasladarse y poder llegar a los lugares deseados en menos tiempo.

Por último, este proyecto pretende que los vehículos mantengan velocidades constantes logrando disminuir las emisiones contaminantes y comprometiendo a las futuras generaciones.

La principal desventaja es la contaminación originada por la emisión del ruido que está relacionada con la cultura mexicana. En cuanto a la construcción de la vialidad se pueden mitigar las emisiones de gases, pero el ruido no se podrá evitar.

Por otro lado, al no haber un buen funcionamiento en la regularización de vialidades y comercio informal puede generar que la vía tenga las mismas condiciones de las vialidades que ya están.

1. *Social*. Los beneficios sociales podemos referirnos a aspectos como:
2. Atender la desigualdad social de los que viven en la periferia.
3. Mejorar la calidad de vida.

La desigualdad de los que viven lejos del centro de la Ciudad de México invierte tiempo y dinero en llegar a su lugar de trabajo, lo cual llega a tener implicaciones en la salud.

Es por esto por lo que, la construcción del proyecto ayudará a difuminar las diferencias desiguales entre la población de la Ciudad de México y el Estado de México de manera que las personas que se transportan diariamente no sacrifiquen el tiempo y el dinero, mejorando su calidad de vida. Además, se atenderá al Artículo 5 en la Ley de Movilidad de la Ciudad de México en el que se



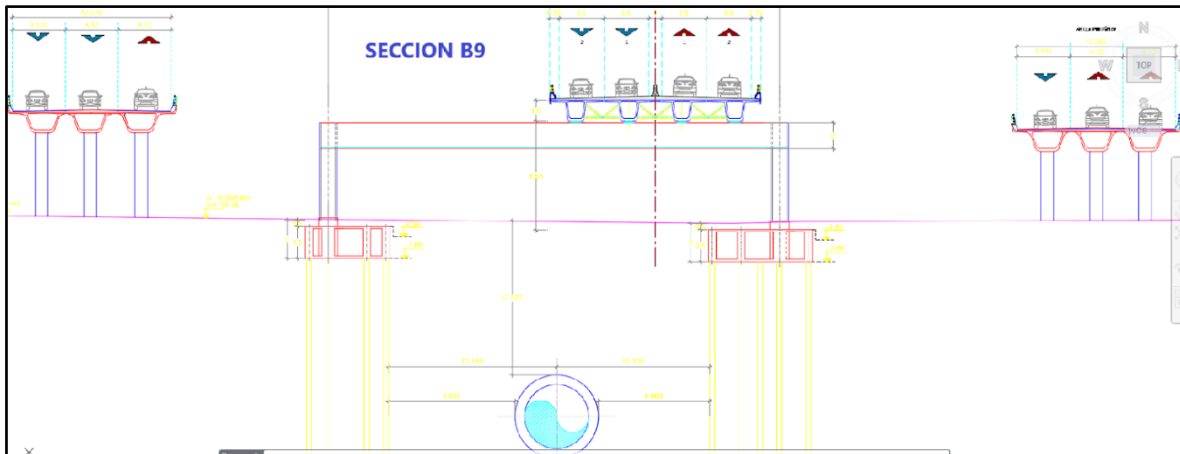
establece que toda persona tiene derecho a realizar desplazamientos mediante diferentes los diferentes modos de transporte reconocidos en la Ley.

#### V.3.3.2.3 Afectaciones a propiedad pública o privada

Con el fin de evitar afectaciones a propiedad pública o privada, se hizo un estudio de la mecánica de suelos. Las afectaciones a propiedad pública o privada pueden derivarse por el efecto de carga puntual sobre el terreno. Se conoce que la solución de Mindlin, para una carga puntual aplicada verticalmente hacia abajo en el interior del semiespacio elástico produce incrementos de esfuerzo vertical positivos en puntos situados bajo el nivel de aplicación de la carga y negativos en puntos por encima de dicho nivel, lo mismo ocurre con una carga distribuida. Para entender las posibles afectaciones y con ello derivar las acciones preventivas adecuadas se utilizó el método utilizado para la interacción de las cimentaciones es el propuesto por Aguilar R. (1997) para calcular la distribución de esfuerzos debido a las solicitaciones impuestas en los elementos de transferencia de carga, es una adecuación del método propuesto por León y Reséndiz (1979), el cual a su vez, está fundamentado en la integración realizada por J. Skopek (1961) de la ecuación de Mindlin (1974) para cargas puntuales dentro del semiespacio.

Para este estudio se hicieron análisis exploratorios de la resistencia del suelo. La cimentación transmite una carga promedio de servicio al subsuelo de 18.3 t/pilote. Además, los análisis indican que la compresión varía entre -0.11 y -0.22 t/m<sup>2</sup>, lo que generarían un alivio de esfuerzos del orden de -2.7%, con respecto a los esfuerzos efectivos de servicio. Mientras que el incremento de esfuerzos en la masa del suelo por debajo del nivel del eje neutro generará esfuerzos que varían entre 0.10 y 0.29 t/m<sup>2</sup>, los cuales producirán asentamientos a largo plazo en el colector entre 0.5 y 1.9 cm. Dichos asentamientos generarán una distorsión angular de 0.0018. Este decremento de esfuerzos en la masa del suelo provocará expansiones del suelo, pero sin capacidad de modificar o alterar la propiedad pública o privada.

Los análisis sugieren que el colector pudiera ser el único elemento que pudiera verse afectado con la construcción del proyecto. En la siguiente figura se presenta el diseño de construcción propuesto. Para detalles de los efectos del proyecto y la alternativa de ingeniería implementada para prevenir las afectaciones ambientales, dirigirse al Capítulo VI.



**Figura V-9. Perfil de proyecto, cimentaciones y el colector profundo.**

**V.3.3.2.4 Delimitación del Área de influencia**

En la siguiente tabla y figura se muestran las áreas de influencia de cada uno de los impactos evaluados sobrepuestos al área del proyecto y el sistema ambiental regional con el fin de hacer notar el ámbito de influencia de los impactos ambientales.

**Tabla V-39. Influencia de cada uno de los impactos evaluados.**

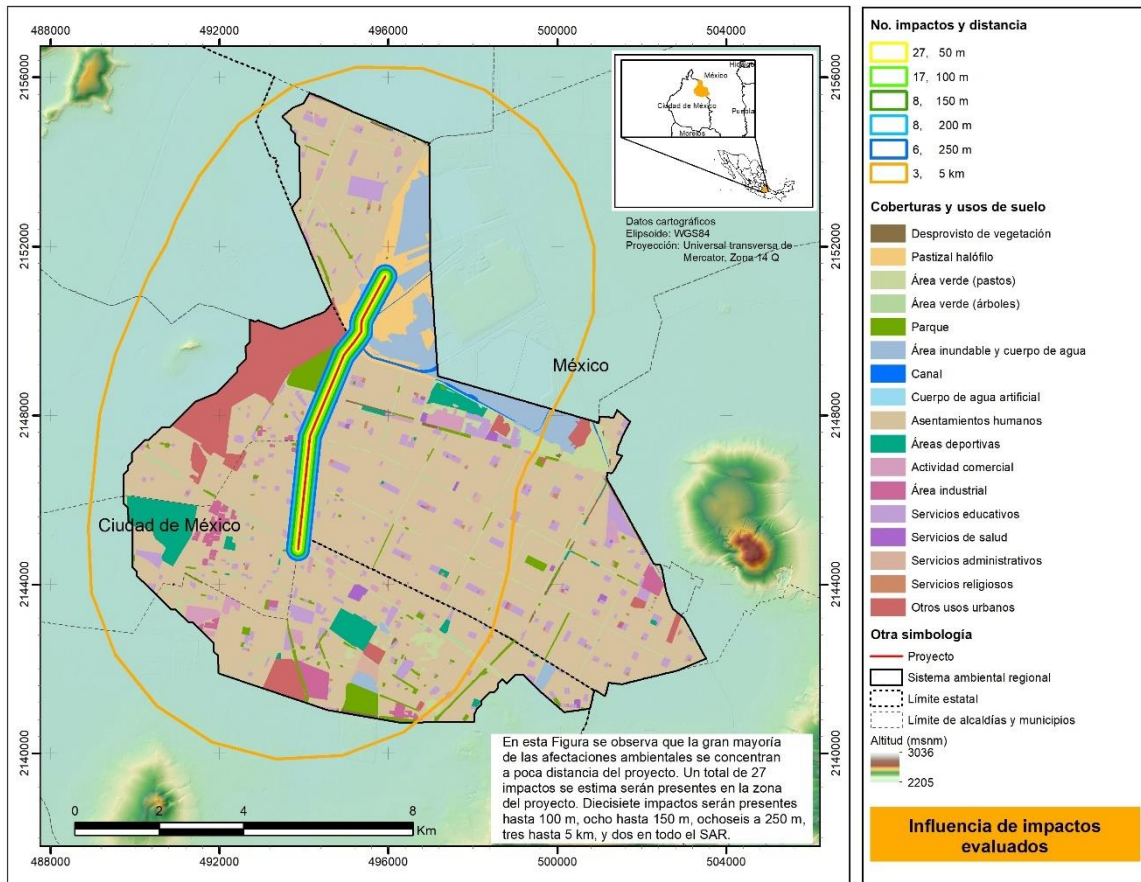
1. CLIMA	Amortiguamiento al área del proyecto en:
Clima (régimen térmico, pluviométrico, evapotranspiración y vientos)	100 m
2.1 FAUNA	
Poblaciones, especies, individuos	
Mamíferos	100 m
Aves	250 m
Anfibios	100 m
Reptiles	100 m
Introducción y proliferación de especies exóticas	100 m
Hábitats	
Alteración o eliminación de hábitats terrestres	Sólo el proyecto

Alteración, eliminación o creación de hábitats acuáticos o zonas húmedas	NA
Desplazamiento o concentración de especies o individuos	100 m
<b>2.2 FLORA</b>	
Cambios en la composición de la cubierta	Sólo el proyecto
Cambio en la superficie de la cubierta vegetal	Sólo el proyecto
Proliferación de especies exóticas	100 m
Modificación de la regeneración	100 m
<b>2.3 FUNCIONAMIENTO BIOLÓGICO</b>	
Alteración de las cadenas tróficas y ciclos de producción	250 m
Bloqueo o dificultades para el movimiento o migración	100 m
Perturbaciones antrópicas (luces nocturnas, ruido, circulación)	200 m
<b>3. RIESGOS GEOFÍSICOS</b>	
Desprendimientos, deslizamientos o hundimientos de tierras	NA
Calidad estética y química de las aguas superficiales	NA
Calidad química de las aguas subterráneas	NA
Recarga de acuíferos	100 m
Erosión	50 m
Modificación del relieve y patrón de drenaje	100 m
<b>4.1 SUELO</b>	
Alteración de las características físicas	50 m
Alteración de las características químicas	50 m
<b>4.2 USO DEL SUELO Y PRODUCTIVIDAD</b>	
Degradación de las áreas destinadas a la producción comercial (agrícola, pecuario o forestal)	50 m

Patrimonio arqueológico o de interés histórico	No se observaron elementos de esta categoría dentro del eje del trazo.
<b>5. ASPECTO SOCIAL</b>	
Empleo	Toda la unidad
Salud	NA
Vivienda	5 km
Activación de la economía regional	Toda la unidad
<b>6. ANÁLISIS DE RIESGO</b>	
Riesgo sísmico	NA
Riesgo de incendio	NA
Riesgo de inundación y efectos barrera	100 m
Generación de malos olores	150 m
Generación de residuos sólidos	NA
Generación de ruido y vibraciones	200 m
Contaminación del aire	150 m

NA: No Aplica.

Lo que se puede observar en la siguiente figura es que la gran mayoría de las afectaciones ambientales se concentran a poca distancia del proyecto. Un total de 27 impactos se estiman que estarán presentes en la zona del proyecto a hasta 50 m alejados del proyecto; mientras que, diecisiete estarán a 100 m; ocho impactos hasta 150 m; seis a 250 m; tres hasta 5 km; y dos en todo el SAR.



**Figura V-10. Área de influencia de los impactos ambientales.**



Sistema de Autopistas, Aeropuertos, Servicios  
Conexos y Auxiliares del Estado de México

# Capítulo VI

---

DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
DEL SECTOR VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN  
MODALIDAD REGIONAL

PARA EL PROYECTO

“INFRAESTRUCTURA VIAL PARA INTERCONECTAR LA CALZADA  
IGNACIO ZARAGOZA Y LA AUTOPISTA PEÑÓN-TEXCOCO SOBRE  
EL PERIFÉRICO ORIENTE”

## ÍNDICE

CAPÍTULO VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y LA MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL .....	VI-6
VI.1 Descripción general de las medidas de prevención, mitigación y compensación .....	VI-7
VI.2 Prevención de Impactos Ambientales.....	VI-7
VI.2.1 Prevención de impactos en la fase de preparación del sitio .....	VI-7
VI.2.2 Prevención de impactos en la fase de construcción de la obra.....	VI-16
VI.2.3 Prevención de impactos en la fase de operación .....	VI-29
VI.3 Mitigación de Impactos Ambientales .....	VI-33
VI.3.1 Mitigación de impactos en la fase de preparación del sitio.....	VI-33
VI.3.2 Mitigación de impactos en la fase de construcción de la obra .....	VI-35
VI.3.3 Mitigación de impactos en la fase de operación y mantenimiento.....	VI-37
VI.4 Medidas de compensación .....	VI-38
VI.4.1 Programa de reforestación y/o restauración.....	VI-38
VI.4.2 Medidas de compensación en el aspecto social .....	VI-47
VI.5 Agrupación de impactos de acuerdo con las medidas de prevención, mitigación o compensación propuestas.....	VI-50
VI.6 Descripción de la estrategia o del sistema de medidas de mitigación .....	VI-58
VI.6.1 Control de especies exóticas .....	VI-58
VI.6.2 Prevención de malos olores y contaminación del suelo.....	VI-59
VI.6.3 Prevención de impactos sobre la flora y la fauna .....	VI-63
VI.6.4 Prevención de la erosión .....	VI-68
VI.6.5 Prevención de emisiones a la atmósfera .....	VI-69
VI.6.6 Prevención de conflictos de interés .....	VI-70

VI.6.7	Prevención de accidentes y enfermedades .....	VI-70
VI.6.8	Prevención de afectación a cuerpos de agua y contaminación del suelo .....	VI-72
VI.6.9	Reducción de la perturbación por ruido.....	VI-76
VI.6.10	Reducción de polvo .....	VI-77
VI.7	Programas ambientales de rescate de las especies de importancia biológica.....	VI-78
VI.7.1	Programa de rescate y reubicación de fauna identificada en campo.....	VI-78
VI.7.2	Programa de rescate y reubicación de flora identificada en campo .....	VI-91
VI.7.3	Acciones de mantenimiento.....	VI-95
VI.8	Programa de conservación de suelos.....	VI-95

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VI-1.	Especies características nativas de la Ciudad de México y área metropolitana. ....	VI-40
Tabla VI-2.	Población de las alcaldías y municipios donde se ubica el proyecto.....	VI-47
Tabla VI-3.	Medidas de prevención para el impacto ambiental Especies exóticas. ....	VI-50
Tabla VI-4.	Medidas de prevención para el impacto ambiental Malos olores y contaminación del suelo.....	VI-50
Tabla VI-5.	Medidas de prevención para el impacto ambiental Flora y fauna. ....	VI-52
Tabla VI-6.	Medidas de prevención para el impacto ambiental Erosión. ....	VI-54
Tabla VI-7.	Medidas de prevención para el impacto ambiental Emisiones a la atmósfera. ....	VI-54
Tabla VI-8.	Medidas de prevención para el impacto ambiental Conflictos de interés. ....	VI-55
Tabla VI-9.	Medidas de prevención para el impacto ambiental Accidentes y enfermedades. ....	VI-55
Tabla VI-10.	Medidas de prevención para el impacto ambiental Contaminación de cuerpos de agua y suelo. ....	VI-56
Tabla VI-11.	Medidas de prevención para el impacto ambiental Perturbación por ruido. ....	VI-57
Tabla VI-12.	Medidas de prevención para el impacto ambiental Reducción de polvo.....	VI-58
Tabla VI-13.	Estrategias de mitigación para el Control de especies exóticas.....	VI-58
Tabla VI-14.	Estrategias de mitigación para la Prevención de malos olores y contaminación del suelo. ....	VI-59



Tabla VI-15. Estrategias de mitigación para la Prevención de impactos sobre la flora y la fauna. .. VI-63	
Tabla VI-16. Estrategias de mitigación para la Prevención de la erosión. .... VI-68	
Tabla VI-17. Estrategias de mitigación para la Prevención de emisiones a la atmósfera. VI-69	
Tabla VI-18. Estrategias de mitigación para la Prevención de conflictos de interés. .... VI-70	
Tabla VI-19. Estrategias de mitigación para la Prevención de accidentes enfermedades..... VI-70	
Tabla VI-20. Estrategias de mitigación para la Prevención de afectación a cuerpos de agua y contaminación del suelo. .... VI-72	
Tabla VI-21. Estrategias de mitigación para la Reducción de la perturbación por ruido. .... VI-76	
Tabla VI-22. Estrategias de mitigación para la Reducción de polvo..... VI-77	
Tabla VI-23. Listado de especies potenciales (nombre científico y común) de vertebrados terrestres presentes en el SAR y su categoría de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. VI-79	
Tabla VI-24. Listado de las especies registradas dentro del Trazo vs. SAR y su categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en la Lista Roja de la UICN de los 4 grupos de vertebrados terrestres. . VI-80	
Tabla VI-25. Listado de las especies registradas en el área del proyecto vs. SAR y su categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en la Lista Roja de la UICN. .... VI-91	

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VI-1. Distribución de cimentaciones cercanas al colector. .... VI-25	
Figura VI-2. Sección y esfuerzos de desplante de pilotes..... VI-26	
Figura VI-3. Diagramas de incremento de esfuerzos y asentamientos..... VI-27	
Figura VI-4. Representación de los bulbos de esfuerzo. .... VI-28	
Figura VI-5. Áreas de restauración..... VI-39	
Figura VI-6. Uso de tutor para apoyo en el crecimiento de plántulas. .... VI-42	
Figura VI-7. Cercado perimetral para protección de áreas deforestadas. .... VI-42	
Figura VI-8. Transporte de plántulas en camionetas cuberitas con malla sombra..... VI-43	
Figura VI-9. Sembrado de plántulas correcto. .... VI-44	
Figura VI-10. Figura. Lineamientos para el diseño y geometría de un puente peatonal. .... VI-49	
Figura VI-11. Composición de la presencia de especies potenciales de vertebrados. .... VI-78	

Figura VI-12. Número de especies potenciales por grupo de vertebrados y número de especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010. .... VI-79

## CAPÍTULO VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y LA MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

De autorizarse la construcción del proyecto, será fundamental llevar a cabo las siguientes medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración de los impactos ambientales negativos derivados del mismo y, adicionalmente, mejorar la calidad ecosistémica, en donde se hayan alterado las condiciones ambientales que existían previamente al desarrollo carretero. Para prevenir, minimizar y compensar los impactos ambientales se procedió a analizar los resultados obtenidos en los capítulos IV y V, tomando como base los elementos identificados en las matrices de impacto para cada una de las fases del proyecto; posteriormente, se diseñaron las medidas de prevención y/o mitigación que deberán aplicarse en las diferentes etapas de desarrollo de las obras descritas en el capítulo II con el fin de reducir los efectos adversos al sistema ambiental.

Las medidas que se tipifican corresponden a aquéllas que inciden directamente en el proyecto y están fundamentalmente orientadas a:

- a. Proteger funciones ecológicas y ambientales que contribuyen de manera significativa a mantener los ciclos biológicos o biogeoquímicos.
- b. Mantener rasgos naturales especiales por sus características, únicas desde el punto de vista físico y/o biológico.
- c. Mantener y restaurar sitios y comunidades naturales que no serán sustituidas por las obras inherentes al proyecto y que tienen un valor ecológico alto.
- d. Evitar la afectación del colector profundo

Por lo que respecta a las medidas propuestas para reducir la alteración de los servicios ambientales evaluados, y sujetos a afectación, éstos fueron identificados, descritos y analizados en el capítulo V. En ese mismo capítulo se realizaron una serie de recomendaciones para minimizar las afectaciones a dichos recursos por parte del presente proyecto.

## VI.1 Descripción general de las medidas de prevención, mitigación y compensación

Las medidas que se aplicarán a través del desarrollo del proyecto serán definidas de la siguiente manera:

- a. *Medidas Preventivas:* Se refieren al conjunto de acciones o actividades a realizarse de manera anticipada, con la finalidad de evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.
- b. *Medidas de Mitigación:* Conjunto de acciones que deberán realizarse para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.
- c. *Medidas de Compensación:* Son acciones consideradas de indemnización, pago o prestación de servicio que se abona para reparar un daño o un perjuicio al ambiente ocasionado por la ejecución de una obra o actividad determinada.

## VI.2 Prevención de Impactos Ambientales

Por medio de las medidas que a continuación se mencionan, se reducirá el impacto que actualmente existe y/o se prevendrán impactos sobre la biota de la región. Algunas de las medidas se introducirán desde la primera fase del proyecto, mientras que otras serán introducidas en la fase correspondiente a la construcción y operación de este.

Las medidas de prevención y mitigación propuestas pretenden garantizar la continuidad de las poblaciones de flora y fauna, manteniendo la funcionalidad ecológica y la permanencia de las condiciones de los hábitats que sostienen a las especies dentro de un contexto regional.

### VI.2.1 Prevención de impactos en la fase de preparación del sitio

#### VI.2.1.1 Control de especies exóticas

- *Colocación de contenedores para residuos sólidos.* Esta medida evitará la proliferación y el crecimiento de poblaciones de fauna nociva que pueda fungir como competencia a la fauna local; ejemplos de fauna considerada como nociva son: roedores (*Rattus sp.* y *Mus sp.*), perros (*Canis domesticus*) y gatos (*F. domesticus*), o aves como la paloma doméstica (*C. livia*), el gorrión inglés (*P. domesticus*) o el zanate (*Q. mexicanus*).

- *Colecta de basura y disposición final adecuada.* Se colocarán contenedores para basura para el almacenamiento de residuos sólidos, vigilando su recolección y traslado para confinamiento al sitio de disposición final autorizado.

#### *VI.2.1.2 Prevención de malos olores y contaminación del suelo*

- *Almacenamiento temporal de productos del despalme y desmonte.* Todos los materiales producto del despalme y desmonte, de las excavaciones y movimiento de tierras serán apiladas provisionalmente en las áreas correspondientes al derecho de vía. Posteriormente servirán para cubrir taludes en cortes y terraplenes, proporcionando un estrato de materia orgánica que además de evitar la erosión del suelo, contribuirá al establecimiento de especies pioneras que a su vez fomentarán la protección de taludes de terraplenes. Los excedentes serán dispuestos en lugares autorizados por las autoridades municipales.
- *Colocación de contenedores para residuos sólidos.* Los residuos sólidos generados durante las diferentes etapas del proyecto serán colocados en contenedores para residuos sólidos con tapa.
- *Manejo y almacén de residuos peligrosos.* Se considera que pese a que no habrá almacenes de combustibles y lubricantes, el contratista estará obligado a contratar una empresa autorizada por la SEMARNAT para recolectar, transportar y confinar los residuos generados por las actividades de mantenimiento de la maquinaria. En caso de ser necesario se establecerá algún área de almacenamiento de sustancias y/o de combustible debidamente provistas para evitar fuga de residuos peligrosos y obtener los permisos necesarios ante las autoridades federales, con la finalidad de cumplir con la legislación vigente.
- *Suministro de agua potable para el personal de la obra.* Mediante proveedores locales se suministrará el agua potable al personal de obra, estos proveedores deben contar con los permisos de salubridad correspondientes.
- *Instalación de sanitarios para el personal de la obra.* Las necesidades sanitarias del personal se atenderán mediante la instalación de sanitarios móviles en los frentes de trabajo. Los sanitarios portátiles serán suministrados por compañías especializadas en este servicio, las cuales contarán con los permisos correspondientes y garantizarán la disposición final de los desechos y el reciclado de los químicos utilizados.

- *Empleo de maquinaria afinada y en buen estado.* De esta manera se reducirán los malos olores y la generación de emisiones contaminantes al suelo, agua y atmósfera derivados de la operación de maquinaria en malas condiciones y mala combustión de esta.
- *Reparaciones mayores de maquinaria realizadas en talleres especializados.* Las reparaciones mayores de maquinaria que sean necesarias se harán en talleres especializados a diferencia con las reparaciones menores, las cuales pudieran ser realizadas en el sitio. De esta manera se evitará la contaminación del suelo con grasas, aceites, solventes, etc.
- *Reparaciones menores de la maquinaria deberán hacerse sobre una capa impermeable.* Se prevé la colocación de una capa de material impermeable en el área donde se dará mantenimiento preventivo al equipo y maquinaria utilizada para la obra evitará infiltraciones al suelo de aceites, diésel y otros contaminantes.
- *Colecta de basura y disposición final adecuada.* Se colocarán contenedores para basura para el almacenamiento de residuos sólidos, vigilando su recolección y traslado para confinamiento al sitio de disposición final autorizado.
- *Prohibir la quema de residuos sólidos.* Se prohibirá la quema de basura, los productos del despilme y fogatas.
- *Control de sustancias derivadas de petróleo.* Para los combustibles y lubricantes, éstos deberán colocarse en contenedores sobre tarimas de maderas, y todos ellos contenidos en un depósito para el acopio de materiales. Deberá estar cercado y provisto de un techo con el fin de evitar su acceso. El contratista estará obligado a contratar una empresa autorizada por la SEMARNAT para recolectar, transportar y confinar los residuos peligrosos generados. En caso de ser necesario se establecerá algún área de almacenamiento de sustancias y/o de combustible debidamente provistas para evitar fuga de residuos peligrosos y obtener los permisos necesarios ante las autoridades federales, con la finalidad de cumplir con la legislación vigente.
- *Evitar vertimientos de combustible sobre el suelo.* Realizar y llevar a cabo procedimientos para el transporte, almacenamiento y dotación de combustibles en el derecho de vía durante la etapa de preparación del sitio. El contratista estará obligado a contratar una empresa autorizada por la SEMARNAT para recolectar, transportar y confinar los residuos peligrosos generados. En caso de ser necesario se establecerá algún área de

almacenamiento de sustancias y/o de combustible debidamente provistas para evitar fuga de residuos peligrosos y obtener los permisos necesarios ante las autoridades federales, con la finalidad de cumplir con la legislación vigente.

#### *VI.2.1.3 Prevención de impactos sobre la flora y la fauna*

- *Retraslocación de especies que se encuentren bajo algún estatus de protección.* No se encontraron especies de flora que estuvieran bajo algún estatus de protección, por lo que no será necesario aplicar esta medida. Sin embargo, en el caso de las especies de fauna, las observadas son de gran movilidad, por lo que evitarán las áreas del proyecto. En la medida de lo posible se rescatarán aquellos individuos de fauna que por sus características morfológicas lo permitan, con principal énfasis en las especies con movimiento lento, las cuales serán llevadas a predios contiguos con condiciones adecuadas para su supervivencia; así mismo, se evitará en la medida de lo posible el derribo del arbolado por medio de la integración dentro del diseño paisajístico.
- *Marcación de individuos forestales a desmontar.* Esta medida evitará que por confusión del operador de la maquinaria se derriben individuos forestales que no conforman parte del proyecto. El marcaje se realizará por medio del empleo de colores llamativos.
- *Dispersión de fauna por medio de sonidos.* Esta medida evitará la muerte de especies de fauna por efecto de la maquinaria o del personal, principalmente aquella de baja movilidad.
- *Prohibir la introducción de especies de fauna.* Se prohibirá a los trabajadores de la obra, la introducción de especies como perros, gatos, palomas, etc. a los sitios de las obras.
- *Empleo de la zona sin vegetación como sitio de almacén de materiales.* Se utilizarán zonas sin vegetación como sitios de almacén de materiales, con lo cual se prevendrá el daño que puede generar el establecimiento del almacén de materiales en otras zonas con vegetación.
- *Instalación de sanitarios.* Las necesidades sanitarias del personal se atenderán mediante la instalación de sanitarios móviles en los frentes de trabajo, por compañías especializadas en este servicio, las cuales cuentan con los permisos correspondientes y garantizan la disposición final de los desechos líquidos y el reciclado de los químicos utilizados.
- *Colecta de basura y disposición final adecuada.* Se colocarán contenedores para basura para el almacenamiento de residuos sólidos, vigilando su recolección y traslado para confinamiento al sitio de disposición final autorizado.

- *Prohibir la quema de residuos sólidos.* Se prohibirá la quema de basura, los productos del despalme y fogatas.
- *Controlar incendios.* Contar con extintores y personal capacitado para su uso, así como asegurar que no estén caducos con el fin de contrarrestar un posible incendio.
- *Control de sustancias derivadas de petróleo.* Para los combustibles y lubricantes, éstos deberán colocarse en contenedores sobre tarimas de maderas, y todos ellos contenidos en un depósito para el acopio de materiales. Deberá estar cercado y provisto de un techo con el fin de evitar su acceso. El contratista estará obligado a contratar una empresa autorizada por la SEMARNAT para recolectar, transportar y confinar los residuos peligrosos generados. En caso de ser necesario se establecerá algún área de almacenamiento de sustancias y/o de combustible debidamente provistas para evitar fuga de residuos peligrosos y obtener los permisos necesarios ante las autoridades federales, con la finalidad de cumplir con la legislación vigente.
- *Evitar vertimientos de combustible sobre el suelo.* Realizar y llevar a cabo procedimientos para el transporte, almacenamiento y dotación de combustibles en el derecho de vía durante la etapa de preparación del sitio. El contratista estará obligado a contratar una empresa autorizada por la SEMARNAT para recolectar, transportar y confinar los residuos peligrosos generados. En caso de ser necesario se establecerá algún área de almacenamiento de sustancias y/o de combustible debidamente provistas para evitar fuga de residuos peligrosos y obtener los permisos necesarios ante las autoridades federales, con la finalidad de cumplir con la legislación vigente.

#### *VI.2.1.4 Prevención de la erosión*

- *Eliminación de la cubierta vegetal estrictamente en zonas específicas.* La eliminación de la cubierta vegetal se llevará a cabo solamente en los casos y lugares donde sea necesario. Esta medida evitará no sólo la destrucción de las comunidades vegetales y hábitats, sino también disminuirá la erosión del suelo. Será obligación del contratista realizar el riego temporal necesario en los suelos descubiertos por causas imputables al desmonte por el proyecto, a fin de evitar aumento en la erosión de suelos y evitar contaminación de la atmósfera.



- *Obras adicionales.* En áreas propensas a la erosión se proponen obras como lavaderos, cunetas y bordillos, los cuales modifican los procesos de erosión y sedimentación al recolectar el agua de los escurrimientos que confluyen a la obra y la encauzan hacia corrientes con drenaje.
- *Almacenamiento temporal de productos del despalme y desmonte.* Todos los materiales producto del despalme y desmonte, de las excavaciones y movimiento de tierras serán apiladas provisionalmente en las áreas correspondientes al derecho de vía. Posteriormente servirán para cubrir taludes en cortes y terraplenes, proporcionando un estrato de materia orgánica que además de evitar la erosión del suelo, contribuirá al establecimiento de especies pioneras que a su vez fomentarán la protección de taludes de terraplenes. Los excedentes serán dispuestos en lugares autorizados por las autoridades municipales.

#### *VI.2.1.5 Prevención de emisiones a la atmósfera*

- *Prohibir de la quema de basura.* Al llevar a cabo esta acción se evitará la generación de emisiones a la atmósfera de CO<sub>2</sub> y de CO por parte de los trabajadores.
- *Programa de mantenimiento de maquinaria.* Se implementarán programas de este tipo de manera periódica para prevenir fallas en la maquinaria que pudieran contaminar el aire y con el fin de evitar la generación de gases contaminantes provenientes combustión de hidrocarburos resultado de la operación de la maquinaria.
- *Controlar incendios.* Contar con extintores y personal capacitado para su uso, así como asegurar que no estén caducos con el fin de contrarrestar un posible incendio.

#### *VI.2.1.6 Prevención de conflictos de interés*

- *Empleo de la población local.* Se empleará a la población del lugar con el fin de mejorar y detonar la economía de la región, reduciendo en la manera de lo posible la migración a otras entidades en búsqueda de fuentes de trabajo.
- *Controlar incendios.* Contar con extintores y personal capacitado para su uso, así como asegurar que no estén caducos con el fin de contrarrestar un posible incendio.

### *VI.2.1.7 Prevención de accidentes y enfermedades*

- *Señalamientos preventivos.* La señalización resaltará los caminos de acceso y ayudará a dirigir el tránsito de unidades de carga con el fin de evitar accidentes, de manera anticipada estimularán al personal para evitar riesgos.
- *Señalamientos restrictivos.* Su objetivo es prohibir o limitar acciones por parte del personal y las comunidades cercanas a la obra. Delimitarán zonas no autorizadas y serán ubicados en lugares visibles de las áreas de acceso.
- *Señalamientos informativos.* Darán información para guiar al usuario; se colocarán en lugares visibles.
- *Instalación de sanitarios.* Las necesidades sanitarias del personal se atenderán mediante la instalación de sanitarios móviles en los frentes de trabajo. Los sanitarios portátiles serán suministrados por compañías especializadas en este servicio, las cuales contarán con los permisos correspondientes y garantizarán la disposición final de los desechos y el reciclado de los químicos utilizados.
- *Colecta de basura y disposición final adecuada.* Se colocarán contenedores para basura para el almacenamiento de residuos sólidos, vigilando su recolección y traslado para confinamiento al sitio de disposición final autorizado.
- *Prohibir la quema de residuos sólidos.* Se prohibirá la quema de basura, los productos del despilme y fogatas.
- *Controlar incendios.* Contar con extintores y personal capacitado para su uso, así como asegurar que no estén caducos con el fin de contrarrestar un posible incendio.
- *Control de sustancias derivadas de petróleo.* Para los combustibles y lubricantes, éstos deberán colocarse en contenedores sobre tarimas de maderas, y todos ellos contenidos en un depósito para el acopio de materiales. Deberá estar cercado y provisto de un techo con el fin de evitar su acceso. El contratista estará obligado a contratar una empresa autorizada por la SEMARNAT para recolectar, transportar y confinar los residuos peligrosos generados. En caso de ser necesario se establecerá algún área de almacenamiento de sustancias y/o de combustible debidamente provistas para evitar fuga de residuos peligrosos y obtener los permisos necesarios ante las autoridades federales, con la finalidad de cumplir con la legislación vigente.

#### *VI.2.1.8 Prevención de afectación a cuerpos de agua y contaminación del suelo*

- *Almacenamiento temporal de productos del despalde y desmonte.* Todos los materiales producto del despalde y desmonte, de las excavaciones y movimiento de tierras serán apiladas provisionalmente en las áreas correspondientes al derecho de vía. Posteriormente servirán para cubrir taludes en cortes y terraplenes, proporcionando un estrato de materia orgánica que además de evitar la erosión del suelo, contribuirá al establecimiento de especies pioneras que a su vez fomentarán la protección de taludes de terraplenes. Los excedentes serán dispuestos en lugares autorizados por las autoridades municipales.
- *Instalación de sanitarios.* Las necesidades sanitarias del personal se atenderán mediante la instalación de sanitarios móviles en los frentes de trabajo. Los sanitarios portátiles serán suministrados por compañías especializadas en este servicio, las cuales contarán con los permisos correspondientes y garantizarán la disposición final de los desechos y el reciclado de los químicos utilizados.
- *Colecta de basura y disposición final adecuada.* Se colocarán contenedores para basura para el almacenamiento de residuos sólidos, vigilando su recolección y traslado para confinamiento al sitio de disposición final autorizado.
- *Programa de mantenimiento de maquinaria.* Se implementarán programas de este tipo de manera periódica para prevenir fallas en la maquinaria que pudieran generar derrames de derivados de petróleo durante la operación de la maquinaria.
- *Accidentes de derrames de grasas y aceites, y/o derivados de petróleo.* En caso de presentarse accidentalmente un vertimiento sobre el suelo de estos elementos, se deberá proceder a su recolección con palas y almacenar el suelo contaminado en tanques dedicados para dicho fin y serán almacenados hasta su disposición final en vertederos oficiales. El contratista estará obligado a contratar una empresa autorizada por la SEMARNAT para recolectar, transportar y confinar los residuos peligrosos generados. En caso de ser necesario se establecerá algún área de almacenamiento de sustancias y/o de combustible debidamente provistas para evitar fuga de residuos peligrosos y obtener los permisos necesarios ante las autoridades federales, con la finalidad de cumplir con la legislación vigente.

- *Eliminación de la cubierta vegetal estrictamente en zonas específicas.* La eliminación de la cubierta vegetal se llevará a cabo solamente en los casos y lugares donde sea necesario. Esta medida evitará no sólo la destrucción de las comunidades vegetales y hábitats, sino también disminuirá la erosión del suelo. Será obligación del contratista realizar el riego temporal necesario en los suelos descubiertos por causas imputables al desmonte por el proyecto, a fin de evitar aumento en la erosión de suelos y evitar contaminación de la atmósfera.
- *Obras adicionales.* En áreas propensas a la erosión se proponen obras como lavaderos, cunetas y bordillos, los cuales modifican los procesos de erosión y sedimentación al recolectar el agua de los escurrimientos que confluyen a la obra y la encauzan hacia corrientes con drenaje.
- *Almacenamiento temporal de productos del despalme y desmonte.* Todos los materiales producto del despalme y desmonte, de las excavaciones y movimiento de tierras serán apiladas provisionalmente en las áreas correspondientes al derecho de vía. Posteriormente servirán para cubrir taludes en cortes y terraplenes, proporcionando un estrato de materia orgánica que además de evitar la erosión del suelo, contribuirá al establecimiento de especies pioneras que a su vez fomentarán la protección de taludes de terraplenes. Los excedentes serán dispuestos en lugares autorizados por las autoridades municipales.
- *Goteo de grasas y aceites, y/o derivados de petróleo por parte de la maquinaria.* Se deberán delimitar y crear sitios de estacionamientos de vehículos tanto con carga peligrosa como para el resguardo de la maquinaria durante la noche para prevenir la contaminación del suelo. En estos estacionamientos se deberá proteger el suelo por medio del empleo de una cubierta impermeable, y/o almacenar la maquinaria sobre áreas pavimentadas.
- *Control de sustancias derivadas de petróleo.* Para los combustibles y lubricantes, éstos deberán colocarse en contenedores sobre tarimas de maderas, y todos ellos contenidos en un depósito para el acopio de materiales. Deberá estar cercado y provisto de un techo con el fin de evitar su acceso. El contratista estará obligado a contratar una empresa autorizada por la SEMARNAT para recolectar, transportar y confinar los residuos peligrosos generados. En caso de ser necesario se establecerá algún área de almacenamiento de sustancias y/o de combustible debidamente provistas para evitar fuga de residuos peligrosos y obtener los

permisos necesarios ante las autoridades federales, con la finalidad de cumplir con la legislación vigente.

- *Evitar vertimientos de combustible sobre el suelo.* Realizar y llevar a cabo procedimientos para el transporte, almacenamiento y dotación de combustibles en el derecho de vía durante la etapa de preparación del sitio.

## VI.2.2 Prevención de impactos en la fase de construcción de la obra

### VI.2.2.1 Control de especies exóticas

- *Colocación de contenedores para residuos sólidos.* Esta medida evitará la proliferación y el crecimiento de poblaciones de fauna nociva que pueda fungir como competencia a la fauna local; ejemplos de fauna considerada como nociva son: roedores (*Rattus sp.* y *Mus sp.*), perros (*Canis domesticus*) y gatos (*F. domesticus*), o aves como la paloma doméstica (*C. livia*), el gorrión inglés (*P. domesticus*) o el zanate (*Q. mexicanus*).
- *Colecta de basura y disposición final adecuada.* Se colocarán contenedores para basura para el almacenamiento de residuos sólidos, vigilando su recolección y traslado para confinamiento al sitio de disposición final autorizado.

### VI.2.2.2 Prevención de malos olores y contaminación del suelo

- *Almacenamiento temporal de productos del despalme y desmonte.* Todos los materiales producto del despalme y desmonte, de las excavaciones y movimiento de tierras serán apiladas provisionalmente en las áreas correspondientes al derecho de vía. Posteriormente servirán para cubrir taludes en cortes y terraplenes, proporcionando un estrato de materia orgánica que además de evitar la erosión del suelo, contribuirá al establecimiento de especies pioneras que a su vez fomentarán la protección de taludes de terraplenes. Los excedentes serán dispuestos en lugares autorizados por las autoridades municipales.
- *Manejo y almacén de residuos peligrosos.* El contratista estará obligado a contratar una empresa autorizada por la SEMARNAT para recolectar, transportar y confinar los residuos peligrosos generados. En caso de ser necesario se establecerá algún área de almacenamiento de sustancias y/o de combustible debidamente provistas para evitar fuga de residuos peligrosos y obtener los permisos necesarios ante las autoridades federales, con la finalidad de cumplir con la legislación vigente.

- *Suministro de agua potable.* Mediante proveedores locales se suministrará agua potable al personal de obra, estos proveedores deben contar con los permisos de salubridad correspondientes.
- *Instalación de sanitarios.* Las necesidades sanitarias del personal se atenderán mediante la instalación de sanitarios móviles en los frentes de trabajo. Los sanitarios portátiles serán suministrados por compañías especializadas en este servicio, las cuales contarán con los permisos correspondientes y garantizarán la disposición final de los desechos y el reciclado de los químicos utilizados.
- *Colecta de basura y disposición final adecuada.* Se colocarán contenedores para basura para el almacenamiento de residuos sólidos, vigilando su recolección y traslado para confinamiento al sitio de disposición final autorizado.
- *Empleo de maquinaria en buen estado y afinada.* De esta manera se reducirán los malos olores derivados de maquinaria en malas condiciones y la mala combustión de la misma.
- *Reparaciones mayores de maquinaria realizadas en talleres especializados.* Las reparaciones mayores de maquinaria que sean necesarias se harán en talleres especializados en diferencia con las reparaciones menores, las cuales pudieran ser realizadas en el sitio. De esta manera se evitará la contaminación del suelo con grasas, aceites, solventes, etc.
- *Reparaciones menores de la maquinaria deberá hacerse sobre una capa impermeable.* La colocación de una capa de material impermeable en el área donde dará mantenimiento preventivo al equipo y maquinaria utilizada para la obra evitará infiltraciones al suelo de aceites, diésel y otros contaminantes.
- *Accidentes de derrames de grasas y aceites, y/o derivados de petróleo.* En caso de presentarse accidentalmente un vertimiento sobre el suelo de estos elementos, se deberá proceder a su recolección con palas y almacenar el suelo contaminado en tanques dedicados para dicho fin y serán almacenados hasta su disposición final en vertederos oficiales. El contratista estará obligado a contratar una empresa autorizada por la SEMARNAT para recolectar, transportar y confinar los residuos generados. En caso de ser necesario se establecerá algún área de almacenamiento de sustancias y/o de combustible debidamente provistas para evitar fuga de residuos peligrosos y obtener los permisos

necesarios ante las autoridades federales, con la finalidad de cumplir con la legislación vigente.

- *Goteo de grasas y aceites, y/o derivados de petróleo por parte de la maquinaria.* Se deberán delimitar y crear sitios de estacionamientos de vehículos tanto con carga peligrosa como para el resguardo de la maquinaria durante la noche para prevenir la contaminación del suelo. En estos estacionamientos se deberá proteger el suelo por medio del empleo de una cubierta impermeable, y/o almacenar la maquinaria sobre áreas pavimentadas. El contratista estará obligado a contratar una empresa autorizada por la SEMARNAT para recolectar, transportar y confinar los residuos generados. En caso de ser necesario se establecerá algún área de almacenamiento de sustancias y/o de combustible debidamente provistas para evitar fuga de residuos peligrosos y obtener los permisos necesarios ante las autoridades federales, con la finalidad de cumplir con la legislación vigente.
- *Prohibir la quema de residuos sólidos.* Se prohibirá la quema de basura, los productos del despilme y fogatas.
- *Controlar incendios.* Contar con extintores y personal capacitado para su uso, así como asegurar que no estén caducos con el fin de contrarrestar un posible incendio.
- *Control de sustancias derivadas de petróleo.* Para los combustibles y lubricantes, éstos deberán colocarse en contenedores sobre tarimas de maderas, y todos ellos contenidos en un depósito para el acopio de materiales. Deberá estar cercado y provisto de un techo con el fin de evitar su acceso. El contratista estará obligado a contratar una empresa autorizada por la SEMARNAT para recolectar, transportar y confinar los residuos peligrosos generados. En caso de ser necesario se establecerá algún área de almacenamiento de sustancias y/o de combustible debidamente provistas para evitar fuga de residuos peligrosos y obtener los permisos necesarios ante las autoridades federales, con la finalidad de cumplir con la legislación vigente.
- *Evitar vertimientos de combustible sobre el suelo.* Realizar y llevar a cabo procedimientos para el transporte, almacenamiento y dotación de combustibles en el derecho de vía durante la etapa de preparación del sitio. El contratista estará obligado a contratar una empresa autorizada por la SEMARNAT para recolectar, transportar y confinar los residuos peligrosos generados. En caso de ser necesario se establecerá algún área de

almacenamiento de sustancias y/o de combustible debidamente provistas para evitar fuga de residuos peligrosos y obtener los permisos necesarios ante las autoridades federales, con la finalidad de cumplir con la legislación vigente.

#### *VI.2.2.3 Prevención de impactos sobre la flora y la fauna*

- *Retraslocación de especies que se encuentren bajo algún estatus de protección.* No se encontraron especies de flora o fauna que estuvieran bajo algún estatus de protección, por lo que no será necesario aplicar esta medida. Sin embargo, en la medida de lo posible se rescatarán aquellos individuos de fauna que por sus características morfológicas lo permitan, con principal énfasis en las especies con movimiento lento, las cuales serán llevadas a predios contiguos con condiciones adecuadas para su supervivencia; así mismo, se evitará en la medida de lo posible el derribo del arbolado.
- *Mantenimiento de las especies de porte grande.* En la medida de lo posible se realizará el mantenimiento *in situ* es una medida muy importante no sólo para mantener la continuidad y la conexión de parches forestales, sino que mantiene sitios de percha, refugio y forrajeo para las aves. O en su caso, la retraslocación de los individuos.
- *Marcación de individuos forestales a desmontar.* Esta medida evitará que por confusión del operador de la maquinaria se derriben individuos forestales que se resguardarán *in situ*. El marcaje se realizará por medio del empleo de colores llamativos.
- *Dispersión de fauna por medio de sonidos.* Esta medida evitará la muerte de especies de fauna por efecto de la maquinaria o del personal, principalmente aquella de baja movilidad.
- *Prohibir la introducción de especies de fauna.* Se prohibirá a los trabajadores de la obra, la introducción de especies como perros, gatos, palomas, etc. a los sitios de las obras.
- *Empleo de la zona sin vegetación como sitio de almacén de materiales.* Al usar la zona sin vegetación como sitio de almacén de materiales se prevendrá el daño que puede generar el establecimiento del almacén de materiales en otras zonas con vegetación.
- *Instalación de sanitarios.* Las necesidades sanitarias del personal se atenderán mediante la instalación de sanitarios móviles en los frentes de trabajo. Los sanitarios portátiles serán suministrados por compañías especializadas en este servicio, las cuales contarán con los permisos correspondientes y garantizarán la disposición final de los desechos y el reciclado de los químicos utilizados.



- *Colecta de basura y disposición final adecuada. Colecta de basura y disposición final adecuada.* Se colocarán contenedores para basura para el almacenamiento de residuos sólidos, vigilando su recolección y traslado para confinamiento al sitio de disposición final autorizado.
- *Prohibir la quema de residuos sólidos.* Se prohibirá la quema de basura, los productos del despilme y fogatas.
- *Controlar incendios.* Contar con extintores y personal capacitado para su uso, así como asegurar que no estén caducos con el fin de contrarrestar un posible incendio.
- *Control de sustancias derivadas de petróleo.* Para los combustibles y lubricantes, éstos deberán colocarse en contenedores sobre tarimas de maderas, y todos ellos contenidos en un depósito para el acopio de materiales. Deberá estar cercado y provisto de un techo con el fin de evitar su acceso. El contratista estará obligado a contratar una empresa autorizada por la SEMARNAT para recolectar, transportar y confinar los residuos peligrosos generados. En caso de ser necesario se establecerá algún área de almacenamiento de sustancias y/o de combustible debidamente provistas para evitar fuga de residuos peligrosos y obtener los permisos necesarios ante las autoridades federales, con la finalidad de cumplir con la legislación vigente.
- *Evitar vertimientos de combustible sobre el suelo o cuerpos de agua.* Realizar y llevar a cabo procedimientos para el transporte, almacenamiento y dotación de combustibles en el derecho de vía durante la etapa de preparación del sitio.

#### *VI.2.2.4 Prevención de la erosión*

- *Eliminación de la cubierta vegetal estrictamente en zonas específicas.* La eliminación de la cubierta vegetal se llevará a cabo solamente en los casos y lugares donde sea necesario. Esta medida evitará no sólo la destrucción de las comunidades vegetales y hábitats, sino también disminuirá la erosión del suelo. Será obligación del contratista realizar el riego temporal necesario en los suelos descubiertos por causas imputables al desmonte por el proyecto, a fin de evitar aumento en la erosión de suelos y evitar contaminación de la atmósfera.
- *Obras adicionales.* En áreas propensas a la erosión se proponen obras como lavaderos, cunetas y bordillos, los cuales modifican los procesos de erosión y sedimentación al

recolectar el agua de los escurrimientos que confluyen a la obra y la encauzan hacia corrientes con drenaje.

- *Almacenamiento temporal de productos del despalme y desmonte.* Todos los materiales producto del despalme y desmonte, de las excavaciones y movimiento de tierras serán apiladas provisionalmente en las áreas correspondientes al derecho de vía. Posteriormente servirán para cubrir taludes en cortes y terraplenes, proporcionando un estrato de materia orgánica que además de evitar la erosión del suelo, contribuirá al establecimiento de especies pioneras que a su vez fomentarán la protección de taludes de terraplenes. Los excedentes serán dispuestos en lugares autorizados por las autoridades municipales.

#### *VI.2.2.5 Prevención de emisiones a la atmósfera*

- *Prohibir de la quema de basura.* Al llevar a cabo esta acción se evitará la generación de emisiones a la atmósfera de CO<sub>2</sub> y de CO por parte de los trabajadores.
- *Programa de mantenimiento de maquinaria.* Se implementarán programas de este tipo de manera periódica para prevenir fallas en la maquinaria que pudieran contaminar el aire con el fin de evitar la generación de gases contaminantes provenientes combustión de hidrocarburos resultado de la operación de la maquinaria.
- *Controlar incendios.* Contar con extintores y personal capacitado para su uso, así como asegurar que no estén caducos con el fin de contrarrestar un posible incendio.

#### *VI.2.2.6 Prevención de conflictos de interés*

- *Empleo de la población local.* Se empleará a la población del lugar con el fin de mejorar y detonar la economía de la región, reduciendo en la manera de lo posible la migración a otras entidades en búsqueda de fuentes de trabajo.
- *Controlar incendios.* Contar con extintores y personal capacitado para su uso, así como asegurar que no estén caducos con el fin de contrarrestar un posible incendio.

#### *VI.2.2.7 Prevención de accidentes y enfermedades*

- *Señalamientos preventivos.* La señalización resaltará los caminos de acceso y ayudará a dirigir el tránsito de unidades de carga con el fin de evitar accidentes de manera anticipada y estimularán al personal para evitar riesgos.

- *Señalamientos restrictivos.* Su objetivo es prohibir o limitar acciones por parte del personal y las comunidades cercanas a la obra. Delimitarán zonas no autorizadas y serán ubicados en lugares visibles de las áreas de acceso.
- *Señalamientos informativos.* Darán información para guiar al usuario; se colocarán en lugares visibles.
- *Instalación de sanitarios.* Las necesidades sanitarias del personal se atenderán mediante la instalación de sanitarios móviles en los frentes de trabajo. Los sanitarios portátiles serán suministrados por compañías especializadas en este servicio, las cuales contarán con los permisos correspondientes y garantizarán la disposición final de los desechos y el reciclado de los químicos utilizados. Con esta medida se evitará el fecalismo al aire libre y enfermedades gastrointestinales de los trabajadores.
- *Colecta de basura y disposición final adecuada.* Se colocarán contenedores para basura para el almacenamiento de residuos sólidos, vigilando su recolección y traslado para confinamiento al sitio de disposición final autorizado.
- *Prohibir la quema de residuos sólidos.* Se prohibirá la quema de basura, los productos del despilme y fogatas.
- *Controlar incendios.* Contar con extintores y personal capacitado para su uso, así como asegurar que no estén caducos con el fin de contrarrestar un posible incendio.
- *Control de sustancias derivadas de petróleo.* Para los combustibles y lubricantes, éstos deberán colocarse en contenedores sobre tarimas de maderas, y todos ellos contenidos en un depósito para el acopio de materiales. Deberá estar cercado y provisto de un techo con el fin de evitar su acceso. El contratista estará obligado a contratar una empresa autorizada por la SEMARNAT para recolectar, transportar y confinar los residuos peligrosos generados. En caso de ser necesario se establecerá algún área de almacenamiento de sustancias y/o de combustible debidamente provistas para evitar fuga de residuos peligrosos y obtener los permisos necesarios ante las autoridades federales, con la finalidad de cumplir con la legislación vigente.

#### *VI.2.2.8 Prevención de afectación a cuerpos de agua y contaminación del suelo*

- *Almacenamiento temporal de productos del despilme y desmonte.* Todos los materiales producto del despilme y desmonte, de las excavaciones y movimiento de tierras serán

apiladas provisionalmente en las áreas correspondientes al derecho de vía. Posteriormente servirán para cubrir taludes en cortes y terraplenes, proporcionando un estrato de materia orgánica que además de evitar la erosión del suelo, contribuirá al establecimiento de especies pioneras que a su vez fomentarán la protección de taludes de terraplenes. Los excedentes serán dispuestos en lugares autorizados por las autoridades municipales.

- *Instalación de sanitarios.* Las necesidades sanitarias del personal se atenderán mediante la instalación de sanitarios móviles en los frentes de trabajo. Los sanitarios portátiles serán suministrados por compañías especializadas en este servicio, las cuales contarán con los permisos correspondientes y garantizarán la disposición final de los desechos y el reciclado de los químicos utilizados.
- *Colecta de basura y disposición final adecuada.* Se colocarán contenedores para basura para el almacenamiento de residuos sólidos, vigilando su recolección y traslado para confinamiento al sitio de disposición final autorizado.
- *Programa de mantenimiento de maquinaria.* Se implementarán programas de este tipo de manera periódica para prevenir fallas en la maquinaria que pudieran generar derrames de derivados de petróleo durante la operación de la maquinaria.
- *Accidentes de derrames de grasas y aceites, y/o derivados de petróleo.* En caso de presentarse accidentalmente un vertimiento sobre el suelo de estos elementos, se deberá proceder a su recolección con palas y almacenar el suelo contaminado en tanques dedicados para dicho fin y serán almacenados hasta su disposición final en vertederos oficiales. El contratista estará obligado a contratar una empresa autorizada por la SEMARNAT para recolectar, transportar y confinar los residuos peligrosos generados. En caso de ser necesario se establecerá algún área de almacenamiento de sustancias y/o de combustible debidamente provistas para evitar fuga de residuos peligrosos y obtener los permisos necesarios ante las autoridades federales, con la finalidad de cumplir con la legislación vigente.
- *Eliminación de la cubierta vegetal estrictamente en zonas específicas.* La eliminación de la cubierta vegetal se llevará a cabo solamente en los casos y lugares donde sea necesario. Esta medida evitará no sólo la destrucción de las comunidades vegetales y hábitats, sino también disminuirá la erosión del suelo. Será obligación del contratista realizar el riego

temporal necesario en los suelos descubiertos por causas imputables al desmonte por el proyecto, a fin de evitar aumento en la erosión de suelos y evitar contaminación de la atmósfera.

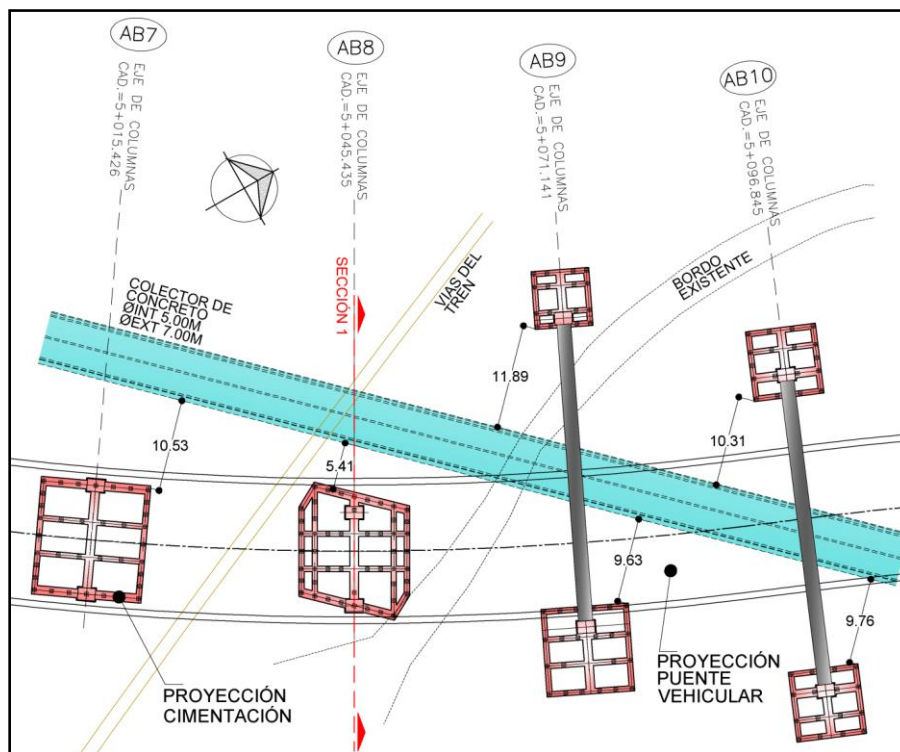
- *Obras adicionales.* En áreas propensas a la erosión se proponen obras como lavaderos, cunetas y bordillos, los cuales modifican los procesos de erosión y sedimentación al recolectar el agua de los escurrimientos que confluyen a la obra y la encauzan hacia corrientes con drenaje.
- *Almacenamiento temporal de productos del despalme y desmonte.* Todos los materiales producto del despalme y desmonte, de las excavaciones y movimiento de tierras serán apiladas provisionalmente en las áreas correspondientes al derecho de vía. Posteriormente servirán para cubrir taludes en cortes y terraplenes, proporcionando un estrato de materia orgánica que además de evitar la erosión del suelo, contribuirá al establecimiento de especies pioneras que a su vez fomentarán la protección de taludes de terraplenes. Los excedentes serán dispuestos en lugares autorizados por las autoridades municipales.
- *Control de sustancias derivadas de petróleo.* Para los combustibles y lubricantes, éstos deberán colocarse en contenedores sobre tarimas de maderas, y todos ellos contenidos en un depósito para el acopio de materiales. Deberá estar cercado y provisto de un techo con el fin de evitar su acceso. El contratista estará obligado a contratar una empresa autorizada por la SEMARNAT para recolectar, transportar y confinar los residuos peligrosos generados. En caso de ser necesario se establecerá algún área de almacenamiento de sustancias y/o de combustible debidamente provistas para evitar fuga de residuos peligrosos y obtener los permisos necesarios ante las autoridades federales, con la finalidad de cumplir con la legislación vigente.
- *Evitar vertimientos de combustible sobre el suelo o cuerpos de agua.* Realizar y llevar a cabo procedimientos para el transporte, almacenamiento y dotación de combustibles en el derecho de vía durante la etapa de preparación del sitio. el contratista estará obligado a contratar una empresa autorizada por la SEMARNAT para recolectar, transportar y confinar los residuos peligrosos generados. En caso de ser necesario se establecerá algún área de almacenamiento de sustancias y/o de combustible debidamente provistas para evitar fuga

de residuos peligrosos y obtener los permisos necesarios ante las autoridades federales, con la finalidad de cumplir con la legislación vigente.

#### *VI.2.2.9 Medidas de prevención de afectaciones al colector profundo*

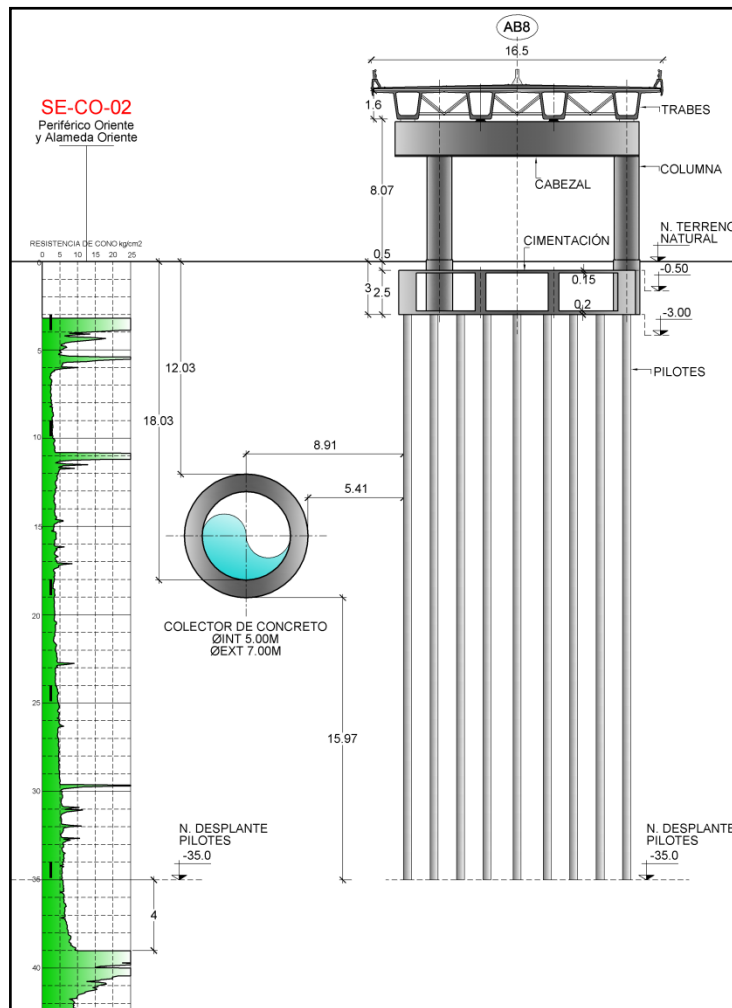
Una vez resueltos los cálculos (ver capítulo V), se puso particular atención a la posible afectación que ocasionará la carga de las cimentaciones en el colector. Para dar una medida de prevención adecuada se hicieron análisis dentro de un esquema de escenario pesimista. Este escenario consiste evaluar la posible afectación al colector si las cimentaciones se encontraran próximas.

La cimentación del eje AB8 tiene una geometría trapezoidal, de 12.60 m de ancho por 13.43 m de largo, se localizan a una distancia de 5.41 m de separación medida desde el paño de los pilotes al paño exterior del colector, transversalmente al eje de trazo del puente. Cuenta con 50 pilotes dispuestos entre 1.35 y 2.00 m de separación a ejes. Por su parte, el colector profundo es de concreto reforzado, de 5.0 m de diámetro interior y 7.0 m de diámetro exterior, el nivel de arrastre del colector se localiza a una profundidad de 18.03 m a partir del nivel del terreno natural (siguiente Figura).



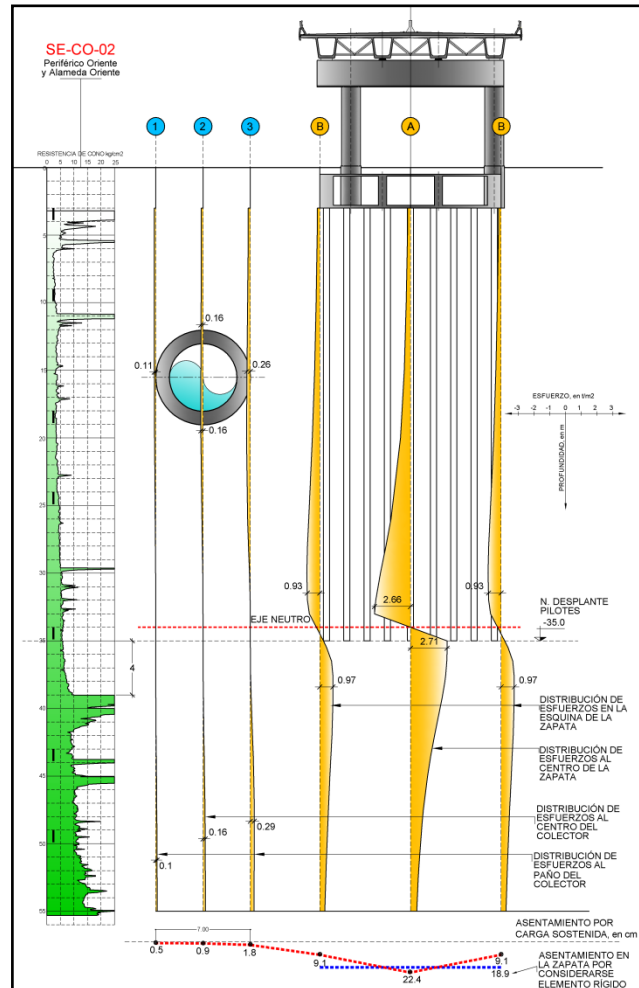
**Figura VI-1. Distribución de cimentaciones cercanas al colector.**

En el corte analizado se precisa que la carga aplicada en los pilotes en condición de servicio genera en la masa del suelo alrededor del colector, esfuerzos que varían entre  $-0.11$  y  $-0.22$  t/m<sup>2</sup>, lo que generarían un alivio de esfuerzos del orden de  $-2.7$  %, con respecto a los esfuerzos efectivos de servicio. Este decremento de esfuerzos en la masa del suelo que se localiza por encima de la profundidad del eje neutro se reflejará en el colector produciendo expansiones, que para fines prácticos serán despreciados. La cimentación transmite una carga promedio de servicio al subsuelo de 18.3 t/pilote (siguiente Figura).



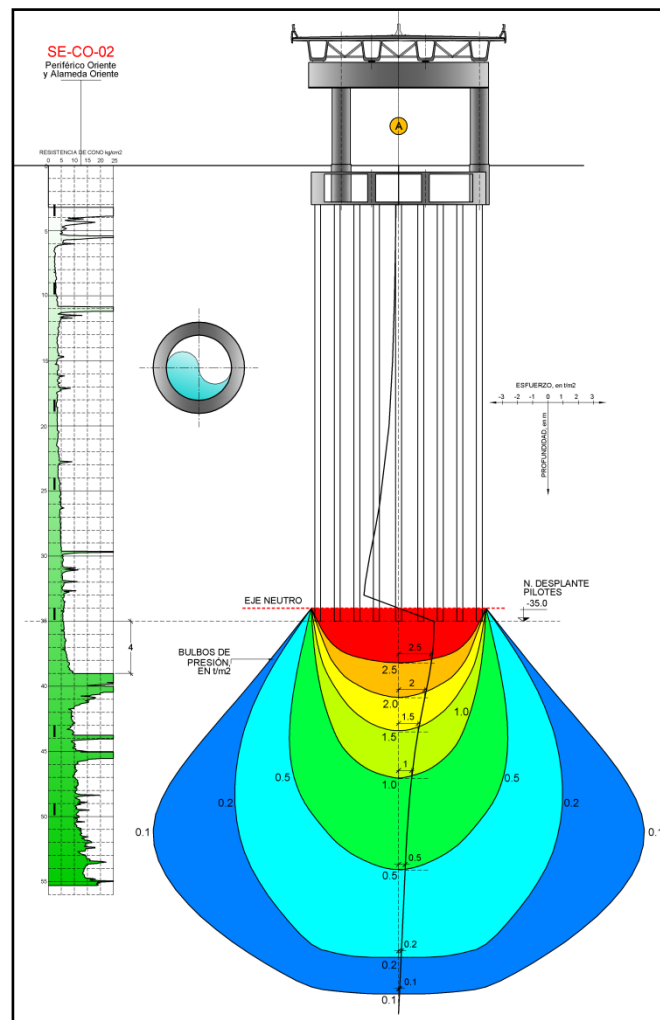
**Figura VI-2. Sección y esfuerzos de desplante de pilotes.**

El incremento de esfuerzos en la masa del suelo por debajo del nivel del eje neutro generará esfuerzos que varían entre 0.10 y 0.29 t/m<sup>2</sup>, los cuales producirán asentamientos a largo plazo en el colector entre 0.5 y 1.9 cm. Dichos asentamientos generarán una distorsión angular de 0.0018. De forma esquemática en las siguientes figuras se pueden observar el incremento de los esfuerzos y los bulbos de presión en la masa del suelo debido a la carga aplicada en los pilotes de la cimentación.



**Figura VI-3. Diagramas de incremento de esfuerzos y asentamientos.**





**Figura VI-4. Representación de los bulbos de esfuerzo.**

Por lo indicado anteriormente, la propuesta de construcción de las cimentaciones por debajo del colector promoverá una ausencia de afectaciones a la infraestructura. Esto se sustenta toda vez que la carga aplicada en los pilotes en condición de servicio genera en la masa del suelo situada por debajo del colector, un alivio de esfuerzos del orden de  $-2.7\%$ , con respecto a los esfuerzos efectivos de servicio. El incremento de esfuerzos en la masa del suelo por debajo del nivel del eje neutro generará asentamientos a largo plazo en el colector entre  $0.5$  y  $1.9$  cm. Dichos asentamientos generarán una distorsión angular de  $0.0018$ . Finalmente, tanto los asentamientos diferidos como los esfuerzos en la masa del suelo alrededor del colector, inducidos por la construcción y puesta en servicio del Puente Vehicular Conexión Oriente, no alteran, ni modifican las condiciones de operación del colector profundo.

### VI.2.3 Prevención de impactos en la fase de operación

#### VI.2.3.1 Control de especies exóticas.

- Colocación de contenedores para residuos sólidos. Esto evitará la proliferación y el crecimiento de poblaciones de fauna nociva que pueda fungir como competencia a la fauna local; ejemplos de fauna considerada como nociva son: roedores (*Rattus sp.* y *Mus sp.*), perros (*Canis domesticus*) y gatos (*F. domesticus*), o aves como la paloma doméstica (*C. livia*), el gorrión inglés (*P. domesticus*) o el zanate (*Q. mexicanus*).
- Selección de especies botánicas. Las especies botánicas que se ocupen como elementos decorativos deberán ser de baja resistencia a la sequía. De esta manera se asegura que no se promueva su dispersión ni desarrollo fuera de las zonas sembradas, reduciendo la competencia con las especies nativas.
- Colecta de basura y disposición final adecuada. Se colocarán contenedores para basura para el almacenamiento de residuos sólidos, vigilando su recolección y traslado para confinamiento al sitio de disposición final autorizado.

#### VI.2.3.2 Prevención de impactos sobre la flora y la fauna

- *Selección de especies botánicas.* Las especies de flora que se ocupen como elementos decorativos deberán ser de baja resistencia a la sequía. De esta manera se asegura que no se promueva su dispersión ni su desarrollo fuera de las zonas reforestadas, reduciendo la competencia con las especies nativas.
- *Colecta de basura y disposición final adecuada.* Se colocarán contenedores para basura para el almacenamiento de residuos sólidos, vigilando su recolección y traslado para confinamiento al sitio de disposición final autorizado.
- *Prohibir la quema de residuos sólidos.* Se prohibirá la quema de basura, los productos del despilme y fogatas.
- *Controlar incendios.* Contar con extintores y personal capacitado para su uso, así como asegurar que no estén caducos con el fin de contrarrestar un posible incendio.

### *VI.2.3.3 Prevención de accidentes*

- *Señalamientos preventivos.* La señalización resaltará los caminos de acceso y ayudará a dirigir el tránsito de unidades con el fin de evitar accidentes de manera anticipada y estimularán a la población evitar riesgos.
- *Señalamientos restrictivos.* Su objetivo es prohibir o limitar acciones, delimitarán zonas no autorizadas y serán ubicados en lugares visibles.
- *Señalamientos informativos.* Darán información para guiar al usuario, se colocarán en lugares visibles.
- *Mantenimiento de la señalización.* El mantenimiento de los elementos de señalización será una actividad de carácter permanente, la cual puede consistir desde el repintado de letreros cuyo acabado se haya deteriorado hasta la reposición de aquellos que hayan sido dañados por accidentes o hayan sido robados.
- *Servicios de vigilancia.* Se atenderán los eventos climatológicos extraordinarios (huracanes, granizo, nevadas, deslizamiento de tierra, etc.) y se reforzarán los servicios de vigilancia y control vehicular de sitios afectados recurriendo a El promovente o contratistas particulares si los daños lo justifican.
- *Prohibir la quema de residuos sólidos.* Se prohibirá la quema de basura, los productos del despilme y fogatas.
- *Controlar incendios.* Contar con extintores y personal capacitado para su uso, así como asegurar que no estén caducos con el fin de contrarrestar un posible incendio.
- *Control de sustancias derivadas de petróleo.* Para los combustibles y lubricantes, éstos deberán colocarse en contenedores sobre tarimas de maderas, y todos ellos contenidos en un depósito para el acopio de materiales. Deberá estar cercado y provisto de un techo con el fin de evitar su acceso. El contratista estará obligado a contratar una empresa autorizada por la SEMARNAT para recolectar, transportar y confinar los residuos peligrosos generados. En caso de ser necesario se establecerá algún área de almacenamiento de sustancias y/o de combustible debidamente provistas para evitar fuga de residuos peligrosos y obtener los permisos necesarios ante las autoridades federales, con la finalidad de cumplir con la legislación vigente.

#### *VI.2.3.4 Prevención de afectación a cuerpos de agua*

- *Mantenimiento de obras de drenaje.* El mantenimiento de los elementos y obras de drenaje, será una actividad de carácter permanente, la cual puede consistir desde el deshierbe de puntos que puedan obstruir el libre paso de las aguas, hasta rehacer tales obras en caso de un deterioro profundo.
- *Accidentes de derrames de grasas y aceites, y/o derivados de petróleo.* En caso de presentarse accidentalmente un vertimiento sobre el suelo de estos elementos, se deberá proceder a su recolección con palas y almacenar el suelo contaminado en tanques dedicados para dicho fin y serán almacenados hasta su disposición final en vertederos oficiales. El contratista estará obligado a contratar una empresa autorizada por la SEMARNAT para recolectar, transportar y confinar los residuos peligrosos generados. En caso de ser necesario se establecerá algún área de almacenamiento de sustancias y/o de combustible debidamente provistas para evitar fuga de residuos peligrosos y obtener los permisos necesarios ante las autoridades federales, con la finalidad de cumplir con la legislación vigente.
- *Almacenamiento temporal de productos del despalme y desmonte.* Todos los materiales producto del despalme y desmonte, de las excavaciones y movimiento de tierras serán apiladas provisionalmente en las áreas correspondientes al derecho de vía. Posteriormente servirán para cubrir taludes en cortes y terraplenes, proporcionando un estrato de materia orgánica que además de evitar la erosión del suelo, contribuirá al establecimiento de especies pioneras que a su vez fomentarán la protección de taludes de terraplenes. Los excedentes serán dispuestos en lugares autorizados por las autoridades municipales.
- *Instalación de sanitarios.* Las necesidades sanitarias del personal se atenderán mediante la instalación de sanitarios móviles en los frentes de trabajo, por compañías especializadas en este servicio, las cuales cuentan con los permisos correspondientes y garantizan la disposición final de los desechos líquidos y el reciclado de los químicos utilizados.
- *Colecta de basura y disposición final adecuada.* Se colocarán contenedores para basura para el almacenamiento de residuos sólidos, vigilando su recolección y traslado para confinamiento al sitio de disposición final autorizado.

- *Programa de mantenimiento de maquinaria.* Se implementarán programas de este tipo de manera periódica para prevenir fallas en la maquinaria que pudieran generar derrames de derivados de petróleo durante la operación de la maquinaria.
- *Eliminación de la cubierta vegetal estrictamente en zonas específicas.* La eliminación de la cubierta vegetal se llevará a cabo solamente en los casos y lugares donde sea necesario. Esta medida evitará no sólo la destrucción de las comunidades vegetales y hábitats, sino también disminuirá la erosión del suelo. Será obligación del contratista realizar el riego temporal necesario en los suelos descubiertos por causas imputables al desmonte por el proyecto, a fin de evitar aumento en la erosión de suelos y evitar contaminación de la atmósfera.
- *Accidentes de derrames de grasas y aceites, y/o derivados de petróleo.* En caso de presentarse accidentalmente un vertimiento sobre el suelo de estos elementos, se deberá proceder a su recolección con palas y almacenar el suelo contaminado en tanques dedicados para dicho fin y serán almacenados hasta su disposición final en vertederos oficiales. El contratista estará obligado a contratar una empresa autorizada por la SEMARNAT para recolectar, transportar y confinar los residuos generados. En caso de ser necesario se establecerá algún área de almacenamiento de sustancias y/o de combustible debidamente provistas para evitar fuga de residuos peligrosos y obtener los permisos necesarios ante las autoridades federales, con la finalidad de cumplir con la legislación vigente.
- *Almacenamiento temporal de productos del despalme y desmonte.* Todos los materiales producto del despalme y desmonte, de las excavaciones y movimiento de tierras serán apiladas provisionalmente en las áreas correspondientes al derecho de vía. Posteriormente servirán para cubrir taludes en cortes y terraplenes, proporcionando un estrato de materia orgánica que además de evitar la erosión del suelo, contribuirá al establecimiento de especies pioneras que a su vez fomentarán la protección de taludes de terraplenes. Los excedentes serán dispuestos en lugares autorizados por las autoridades municipales.
- *Control de sustancias derivadas de petróleo.* Para los combustibles y lubricantes, éstos deberán colocarse en contenedores sobre tarimas de maderas, y todos ellos contenidos en un depósito para el acopio de materiales. Deberá estar cercado y provisto de un techo con

el fin de evitar su acceso. El contratista estará obligado a contratar una empresa autorizada por la SEMARNAT para recolectar, transportar y confinar los residuos peligrosos generados. En caso de ser necesario se establecerá algún área de almacenamiento de sustancias y/o de combustible debidamente provistas para evitar fuga de residuos peligrosos y obtener los permisos necesarios ante las autoridades federales, con la finalidad de cumplir con la legislación vigente.

### VI.3 Mitigación de Impactos Ambientales

Las medidas de mitigación fueron seleccionadas con el fin de reducir al máximo los impactos propios que toda obra trae consigo desde la preparación del terreno, construcción, operación y mantenimiento.

#### VI.3.1 Mitigación de impactos en la fase de preparación del sitio

##### *VI.3.1.1 Mitigación de impactos sobre la flora y la fauna*

- *Evitar daños sobre la vegetación adyacente.* Se evitarán daños mecánicos durante las maniobras de preparación del sitio por medio de la señalización de los árboles derrumbar y evitar la eliminación de árboles fuera del trazo del proyecto.
- *Realización de los trazos viales y de construcción.* Los trazos servirán como límites donde la maquinaria y el personal podrán moverse, de esta manera se reducirá el impacto sobre la cubierta vegetal y el suelo. Los límites deberán ser visibles para los operadores de la maquinaria y del personal.
- *Límite de velocidad de 35 km/h.* El límite de velocidad favorecerá que las especies de fauna que se encuentren cercanos a los vehículos tengan oportunidad de moverse y no ser aplastados.
- *Eliminación de la cubierta vegetal estrictamente en zonas específicas.* La eliminación de la cubierta vegetal se llevará a cabo solamente en los casos y lugares donde sea necesario. Esta medida evitará no sólo la destrucción de las comunidades vegetales y hábitats, sino también disminuirá la erosión del suelo. Será obligación del contratista realizar el riego temporal necesario en los suelos descubiertos por causas imputables al desmonte por el

proyecto, a fin de evitar aumento en la erosión de suelos y evitar contaminación de la atmósfera.

- *Protección de hábitats.* Se darán a conocer las prohibiciones de captura, caza o colecta de cualquier organismo, así como cualquier tipo de perturbación de su estado natural, como arrojar basura, defecaciones al aire libre, etc.
- *Reducir la generación de polvo.* Humedecer las superficies a excavar con el fin de reducir la generación de partículas con impacto en la calidad del aire, y afectación a la vegetación.

#### *VI.3.1.2 Reducción de emisiones a la atmósfera*

- *Empleo de vehículos con mantenimiento adecuado.* Los vehículos que serán empleados para alguna fase del proyecto deberán cumplir con la NOM-041-SEMARNAT-1999 y la NOM-045-SEMARNAT-1996, las cuales establecen los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores que usan gasolina como combustible y los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que lo incluyan como combustible, respectivamente.

#### *VI.3.1.3 Reducción de polvo*

- *Cubrir las unidades de transporte de materiales con lonas o similar.* El transporte de materiales de agregados pétreos, cascajo, tierra, etc. deberá ser cubierto en su totalidad con lonas o similares para impedir la dispersión de partículas de polvo.
- *Límite de velocidad de 35 km/h.* El transporte tendrá que respetar la velocidad máxima de 35 km/h con el fin de minimizar la dispersión de partículas del suelo.
- *Mantenimiento de la humedad del suelo en zonas de tránsito de maquinaria y vehículos de obra.* Para evitar la dispersión de partículas de polvo en zonas de alto tránsito de maquinaria y vehículos de transporte de carga, se procurará la humectación del suelo según requiera la obra.
- *Reducir la generación de polvo.* Humedecer las superficies a excavar con el fin de reducir la generación de partículas con impacto en la calidad del aire, y afectación a la vegetación.

#### VI.3.1.4 Reducción de la perturbación por ruido

- *Regulación de emisiones de ruido.* Los vehículos y maquinaria utilizada deberán cumplir con la NOM-080-SEMARNAT-1994, la cual 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.

### VI.3.2 Mitigación de impactos en la fase de construcción de la obra

#### VI.3.2.1 Mitigación de impactos sobre la flora y la fauna

- *Límite de velocidad de 35 km/h.* El límite de velocidad favorecerá que las especies de fauna que se encuentren cercanos a los vehículos tengan oportunidad de huir sin ser golpeados o aplastados por los vehículos.
- *Evitar daños sobre la vegetación adyacente.* Se evitarán daños mecánicos durante las maniobras de preparación del sitio por medio de la señalización de los árboles derrumbar y evitar la eliminación de árboles fuera del trazo del proyecto.
- *Eliminación de la cubierta vegetal estrictamente en zonas específicas.* La eliminación de la cubierta vegetal se llevará a cabo solamente en los casos y lugares donde sea necesario. Esta medida evitará no sólo la destrucción de las comunidades vegetales y hábitats, sino también disminuirá la erosión del suelo. Será obligación del contratista realizar el riego temporal necesario en los suelos descubiertos por causas imputables al desmonte por el proyecto, a fin de evitar aumento en la erosión de suelos y evitar contaminación de la atmósfera.
- *Protección de hábitats.* Se darán a conocer las prohibiciones de captura, caza o colecta de cualquier organismo, así como cualquier tipo de perturbación de su estado natural, como arrojar basura, defecaciones al aire libre, etc.
- *Reducir la generación de polvo.* Humedecer las superficies a excavar con el fin de reducir la generación de partículas con impacto en la calidad del aire, y afectación a la vegetación.

#### VI.3.2.2 Reducción de emisiones a la atmósfera

- *Empleo de barreras físicas para evitar la dispersión de partículas.* Cuando se realicen actividades de pintura, de barnizado, etc. se colocarán barreras físicas para evitar la dispersión de partículas.



- *Empleo de vehículos con mantenimiento adecuado.* Los vehículos que serán empleados para alguna fase del proyecto deberán cumplir con la NOM-041-SEMARNAT-1999 y la NOM-045-SEMARNAT-1996, las cuales establecen los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores que usan gasolina como combustible y los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que lo incluyan como combustible, respectivamente.

#### *VI.3.2.3 Reducción de polvo*

- *Cubrir las unidades de transporte de materiales con lonas o similar.* El transporte de materiales de agregados pétreos, cascajo, tierra, etc. deberán ser cubiertos en su totalidad con lonas o similar para impedir la dispersión de partículas.
- *Límite de velocidad de 35 km/h.* El transporte tendrá que respetar la velocidad máxima de 35 km/h con el fin de minimizar la dispersión de partículas del suelo.
- *Empleo de las terracerías y vialidades habilitadas que actualmente están en uso.*
- Dado que las terracerías que actualmente están en uso, el suelo se encuentra compactado y su empleo disminuirá la generación de polvo.
- *Mantenimiento de la humedad del suelo en zonas de tránsito de maquinaria y vehículos de obra.* Para evitar la dispersión de partículas de polvo en zonas de alto tránsito de maquinaria y vehículos de transporte de carga, se procurará la humectación del suelo según requiera la obra.
- *Reducir la generación de polvo.* Humedecer las superficies a excavar con el fin de reducir la generación de partículas con impacto en la calidad del aire y afectación a la vegetación.

#### *VI.3.2.4 Reducción de la perturbación por ruido*

- *Regulación de emisiones de ruido.* Los vehículos y maquinaria utilizada deberán cumplir con la NOM-080-SEMARNAT-1994, la cual 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.

### VI.3.3 Mitigación de impactos en la fase de operación y mantenimiento

#### VI.3.3.1 Mitigación de impactos sobre la flora y la fauna

- *Prohibir la cacería furtiva.* Esta medida reducirá que los visitantes y/o el personal laboral colaboren con la pérdida o reducción de las poblaciones de flora y/o fauna de la región.
- *Protección de hábitats.* Se darán a conocer las prohibiciones de captura, caza o colecta de cualquier organismo, así como cualquier tipo de perturbación de su estado natural, como arrojar basura, defecaciones al aire libre, etc.
- *Control de erosión.* En la actualidad el empleo de mallas para contener los taludes de los terrenos naturales es ampliamente recomendado y utilizado, sobre todo con la construcción de carreteras. Sin embargo, a estas mallas se les han atribuido serios daños a las poblaciones de serpientes por lo que resulta de gran importancia el empleo de redes con características particulares como son aberturas de materiales y tamaños específicos. De esta manera no sólo se previene del deslizamiento de los taludes, sino también los daños sobre las poblaciones potenciales de serpientes. Además de mantener una cobertura vegetal en los taludes con el fin de evitar la pérdida del suelo.

#### VI.3.3.2 Reducción de emisiones a la atmósfera

- *Empleo de barreras físicas para evitar la dispersión de partículas.* Cuando se lleven a cabo procesos de pintura se colocarán barreras físicas para evitar la dispersión de partículas.
- *Empleo de vehículos de mantenimiento en buenas condiciones.* Los vehículos que serán empleados para el mantenimiento del proyecto, deberán cumplir con la NOM-041-SEMARNAT-1999 y la NOM-045-SEMARNAT-1996, las cuales establecen los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores que usan gasolina como combustible y los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que lo incluyan como combustible, respectivamente.

#### VI.3.3.3 Reducción de la perturbación por ruido

- *Regulación de emisiones de ruido.* Los vehículos y maquinaria utilizada para el mantenimiento de la obra deberán cumplir con la NOM-080-SEMARNAT-1994, la cual 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.

- *Regulación de la velocidad.* Los vehículos de transporte particular no podrán exceder los límites de velocidad, esto tiene como fin la reducción de ruido que los motores generan al revolucionar en exceso.

## VI.4 Medidas de compensación

### VI.4.1 Programa de reforestación y/o restauración

#### *Objetivo*

Definir las estrategias, metodologías y cronograma de actividades a utilizar para llevar a cabo la producción y reforestación y/o restauración de especies de flora silvestre.

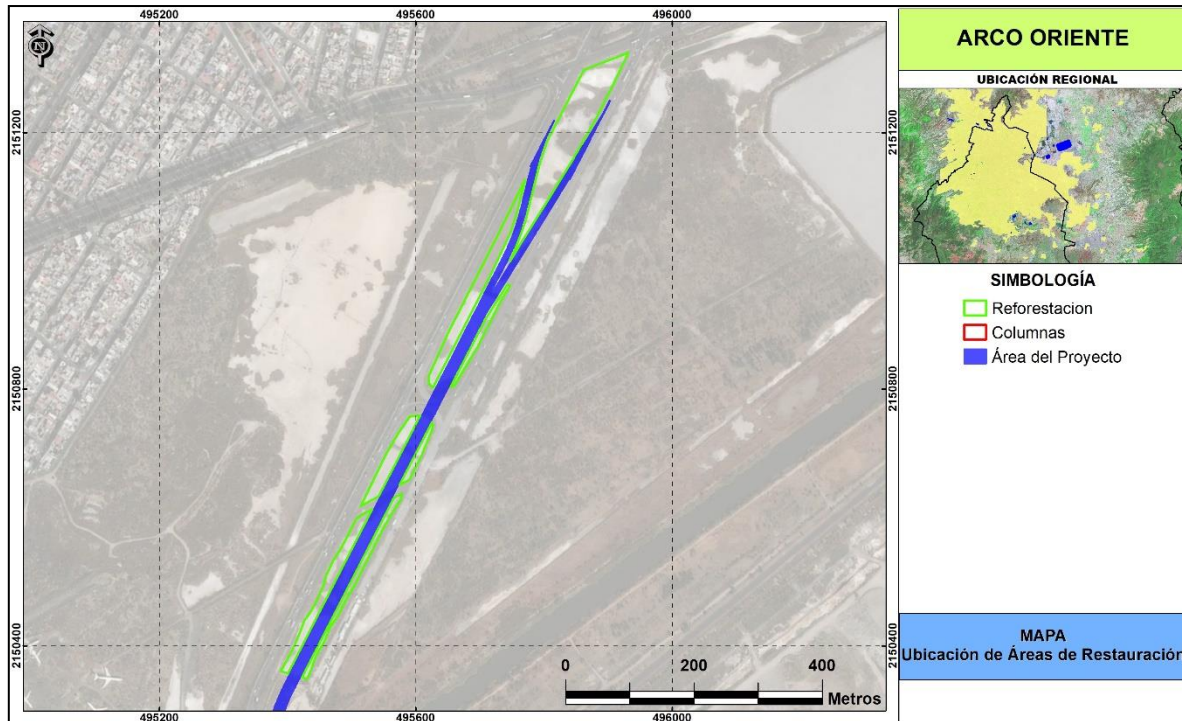
#### *Delimitación y diseño de plantación*

Se propone la reforestación y/o restauración de una superficie de 28,206.82 m<sup>2</sup>, donde promueva el desarrollo de vegetación de Pastizal Halófilo, y con especies leñosas.

- Las áreas por restaurar son superficies semi-inundadas, donde se construirán canales para mantener anegadas las áreas y mantener semi-inundadas las áreas y mantener el hábitat de Pastizal Halófilo.
- Las áreas semi-inundadas también podrán funcionar como hábitat de aves.

Con base en el Manual Básico de Prácticas de Reforestación (2010) de la Comisión Nacional Forestal se recomienda para un ecosistema de selva baja una densidad promedio de 900 plántulas por hectárea. Sin embargo, en la fase de establecimiento de la plántula, después de realizarse el trasplante, se experimenta una fase crítica, en la que la plántula debe reponerse al estrés del trasplante y retomar las funciones vitales de absorción de agua y nutrientes en un nuevo ambiente. De acuerdo con Navarro *et al.* (2006) las causas más frecuentes en la mortandad de las plántulas son los factores del medio ambiente. Debido a lo anterior, y con base en (1) los resultados en sobrevivencia anual que se han obtenido en las reforestaciones realizadas, y (2) el mantenimiento de una densidad adecuada de plántulas en la reforestación de acuerdo con el manual básico de Prácticas de reforestación de la CONAFOR se recomienda adicionar un 30% más de plántulas (270 plántula por hectárea) en la reforestación y con ello lograr una tasa de supervivencia anual adecuada

sin menoscabar la densidad de plántulas del sitio. En total sería una densidad promedio de 1,170 plántulas por hectárea, con un espaciamiento entre plántulas de 3 metros (CONAFOR, 2010).



**Figura VI-5. Áreas de restauración.**

Se considera pertinente restaurar y/o reforestar las áreas inmediatas al proyecto. Sin embargo, será de gran importancia contar con el apoyo de las autoridades municipales y estatales para poder definir las zonas prioritarias sujetas a ser reforestadas.

Debido a la gran fragmentación y degradación de las condiciones ambientales de la región, las medidas presentadas en este estudio favorecerán la creación de sitios de refugio, sitios de percha y sitios de anidamiento, además, de promover que otros servicios ambientales puedan ser recuperados y/o mejorados, como la captura de agua, y la de carbono, como los más representativos.

#### *Especies por utilizar*

Las especies susceptibles de utilizarse permitirán crear diversos espacios verdes manejando criterios de arquitectura del paisaje en las zonas urbanas. De manera complementaria, se hará la siembra de pasto cubre piso de los taludes (como retenedores de los suelos, además de su función ornamental;

con especies *Distichlis spicata* y *Eragrostis obtusiflora*. Para estas especies se considera pertinente hacer la colecta de macollos de estas especies nativas durante la fase de preparación de sitio. Además, de poder ingresar especies en forma de islas intermedias en medio de los canales donde se sembrarán especies arbustivas de *Tamarix* sp. Sin embargo, estas especies pueden complementarse con alguna del listado de abajo que corresponden a especies características nativas de la Ciudad de México y área metropolitana (siguiente Figura)

**Tabla VI-1. Especies características nativas de la Ciudad de México y área metropolitana.**

Tipo de vegetación en la cuenca de México	Especies	Forma de crecimiento	Altura	Nombre común
Bosque templado	<i>Pinus leiophylla</i>	Árbol	15-25 m	Ocote, pino chimonque
	<i>Pinus montezumae</i>	Árbol	20-30 m	Ocote, pino chamaite
	<i>Pinus teocote</i>	Árbol	10-20 m	Ocote, pino azteca
	<i>Pinus pseudostrobus</i>	Árbol	15-25	Ocote, pino lacio
	<i>Buddleja cordata</i>	Árbol-Arbusto	1-20 m	Tepozán
	<i>Quercus crassipes</i>	Árbol	3-20 m	Encino, oreja de ratón
	<i>Quercus frutex</i>	Árbol	1-2 m	Encino
	<i>Quercus laeta</i>	Árbol	5-12 m	Roble blanco
	<i>Quercus mexicana</i>	Árbol	3-20 m	Encino amarillo
	<i>Quercus deserticola</i>	Árbol		Encino blanco, encino texmole
	<i>Juniperus deppeana</i>	Arbusto		Sabino
	<i>Alchemilla</i> sp.	Herbácea		
	<i>Archibaccharis</i> sp.	Herbácea		
	<i>Arenaria</i> sp.	Herbácea		
	<i>Eryngium</i> sp.	Herbácea		
	<i>Baccharis</i> sp.	Arbusto		
	<i>Brickellia</i> sp.	Herbácea		
	<i>Castilleja</i> sp.	Herbácea		
	<i>Dahlia</i> spp.	Herbácea		
	<i>Desmodium</i> spp.	Herbácea		
	<i>Hilaria cenchroides</i>	Hierba	27 cm	Espiga negra
	<i>Stevia serrata</i>	Hierba	80 cm	Burrillo

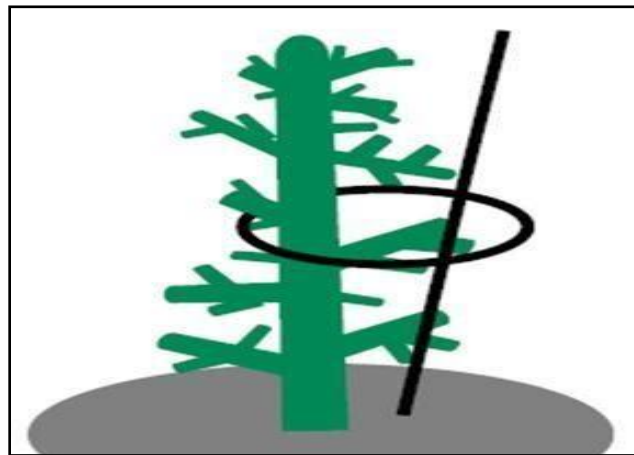
Tipo de vegetación en la cuenca de México	Especies	Forma de crecimiento	Altura	Nombre común
Pastizal (pastos, zacates)	<i>Bouteloua radicata</i> <i>B. hirsuta</i> y <i>B. simplex</i>	Hierba	80 cm	Navajita morada
	<i>Aristida adscensionis</i>	Hierba	8-80 cm	Pasto, tres barba
	<i>Lycurus phleoides</i>	Hierba	60 cm	Zacate Lobero
	<i>Opuntia streptacantha</i>	Arbusto	2-5 m	Nopal, nopal cardón
	<i>Opuntia robusta</i>	Arbusto	0.6-3 m	Nopal, nopal camueso
	<i>Opuntia tomentosa</i>	Arbusto-Árbol	2.5-6 m	Nopal, nopal chamacuelo
	<i>Mamillaria magnimamma</i>	Globosa, cespitosa	Altura. 2 a 8 cm Diámetro. 3-12 cm	Biznaguita de chilito
Matorral xerófilo	<i>Bursera fagaroides</i>	Árbol	0.5-10 m	Cuajote azul
	<i>Bouvardia ternifolia</i>	Arbusto	1.2 m	Trompetilla
	<i>Agave lechuguilla</i>	Hierba-arbusto, roseta	Altura. 45-95 cm Ancho. 60 cm	Maguey lechuguilla
	<i>Agave salmiana</i>	Hierba-arbusto, roseta	Altura. 0.80-2 m Diámetro. 1-2.5 m	Maguey pulquero
	<i>Yucca filifera</i>	Arbusto	Hasta 3 m	Flor de izote, palma pita
	<i>Zaluzania augusta</i>	Arbusto-Árbol	2-10m	Cenicilla

#### Especificaciones y criterios para considerar en la reforestación

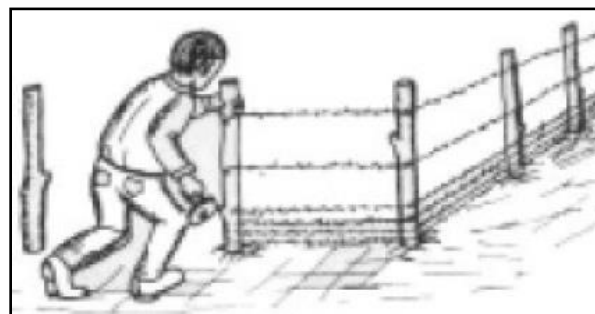
Algunos lineamientos por seguir para la reforestación son los siguientes:

- En los troncos se deberá considerar que las especies a sembrar no impidan la visibilidad a los conductores.
- Se colocarán tutores a los individuos con el tronco más débil.

- La plantación debe realizarse preferentemente al inicio del periodo de lluvias, cuando el suelo tiene humedad mínima de 20 cm de profundidad, dentro de los dos primeros tercios del periodo de lluvias.
- Para una buena técnica de plantación, se debe cuidar lo siguiente: dimensión de la cepa, colocación de la planta, profundidad de plantación, apisonamiento y espaciamiento.
- Las áreas reforestadas serán circuladas a fin de evitar que se dañen las plantas o sean sustraídas.
- En terrenos con pendientes se deberán suavizar taludes y, de ser necesario, se construirán pequeñas terrazas de acuerdo con las curvas de nivel, siempre y cuando la profundidad del suelo lo permita.
- Se sugiere realizar una campaña de concientización en los pobladores para cuidar la vegetación que se introduzca.



**Figura VI-6. Uso de tutor para apoyo en el crecimiento de plántulas.**



**Figura VI-7. Cerco perimetral para protección de áreas deforestadas.**

*Metodología por seguir para la reforestación será la siguiente:*

Adquisición y traslado de planta

- Se deberá adquirir un 20% adicional de las plantas requeridas con el fin de poder sustituir las que se dañen o mueran.
- La altura de la planta será variable, dependiendo de la especie; sin embargo, se obtendrá de la mayor altura posible, en general deberán ser de 0.5 m.
- El traslado se hará en vehículos cubiertos a fin de evitar insolación o daños por el viento que se genera al circular el vehículo.
- Antes de ser plantados se mantendrán en sitios protegidos, de preferencia en semisombra y deberán ser regadas con frecuencias (al menos cada 2 días).



**Figura VI-8. Transporte de plántulas en camionetas cuberitas con malla sombra.**

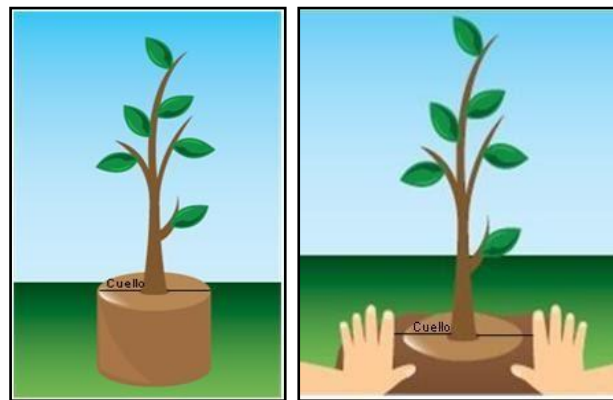
Preparación del sitio

Los criterios por considerar son los siguientes:

- Las cepas se cavarán por lo menos una semana antes de la plantación con el fin de que se aire el suelo y se prevenga el ataque de plagas y enfermedades, aunque en las zonas urbanas se harán el mismo día de la plantación debido a que una cepa abierta es un riesgo para los transeúntes; en este caso se colocarán señalamientos para evitar accidentes.
- La profundidad de las cepas no deberá ser menor de 30 cm; el tamaño final estará en función del tamaño del envase.



- Las cepas tendrán una distancia promedio de 2 m entre una y otra, distribuidas en forma irregular en el caso de la zona del ANP y en hileras cuando sean en el camellón o áreas verdes y/o jardinadas en diseño *tres bolillo*.
- La tierra extraída de la cepa y sobrante se colocará aguas abajo cuando el terreno no sea plano.
- Se deberá evaluar la calidad de los suelos de las zonas a reforestar, y determinar si se debe adquirir tierra con alto contenido de materia orgánica.
- La siembra se hará de preferencia en la hora de menor insolación. No se deberá olvidar retirar la bolsa o contenedor plástico donde viene la planta, y además se deberán podar las raíces dañadas, en caso de que éstas existan.
- Una vez colocada la planta en la cepa se deberá cuidar que el cuello de esta (sitio de unión entre la parte aérea y subterránea) no quede cubierto de tierra, pero si ligeramente abajo del nivel del suelo para que pueda contener el agua de riego.
- Una vez que se ha llenado la cepa de tierra, se deberá apisonar y cuidar que el tronco de la planta se mantenga en forma vertical, y de ser necesario se colocará un tutor de madera, amarrado con hilo de ixtle.
- Concluida la plantación, se deberá regar y además retirar los residuos (bolsas plásticas, contenedores, residuos vegetales, herramientas de trabajo, tierra, etc.).



**Figura VI-9. Sembrado de plántulas correcto.**

Etapa de construcción

Los taludes que generarán con los terraplenes se protegerán contra la erosión con la siembra de pastos, para ello se recomienda que se continúe con la siembra del pasto colectado en diversas áreas inmediatas a la vialidad.

#### Acciones de mantenimiento de las plantas

El mantenimiento se proporcionará a las áreas reforestadas por lo menos durante tres años, e incluirá las siguientes acciones:

- Se deberá regar por lo menos una vez a la semana durante la época de estiaje.
- Se cortará el césped en las áreas verdes ubicadas en las zonas urbanas (camellón y áreas verdes o jardinadas de entronques) y se eliminarán las malezas alrededor del cajete de cada árbol plantado a fin eliminar la competencia con las especies reforestadas.
- Se vigilará que las plantas conserven el tutor y que el amarre no estrangule el tronco y además que se mantenga vertical.
- En las especies arbóreas no es conveniente el crecimiento de hijuelos, por lo que en caso de que existan se deberán podar.
- Los setos se deberán podar una vez que las plantas estén establecidos, lo que se podrá observar por el crecimiento de las plantas.
- Se sustituirán las plantas muertas o con daño severo (mal conformación, ramas rotas, con problemas fitosanitarios, etc.)
- Para la fertilización no se usarán compuestos tóxicos que contengan arsénico, metales pesados, etc., se deberán usar abonos animales y composta.
- Para el control de plagas no se usarán compuestos de alta persistencia en el ambiente como los organoclorados.
- Se colocarán señalamientos que indiquen la prohibición de tirar residuos sólidos o de invadir los sitios reforestados, bajo pena de sanción. Dicha señalización se deberá mantener en buenas condiciones o se sustituirá de ser necesario.
- Se colocarán señalamientos que prohíban el daño o eliminación de la vegetación.
- Se deberá tener una bitácora donde se registren las diversas actividades de la reforestación que se vayan realizando, la cual contendrá también una evaluación sobre nivel de

supervivencia, datos de crecimiento de las especies, estado de la plantación, resistencia a plagas y enfermedades, etc., para corregir deficiencias de la actividad y mejorarlas.

- Se elaborará un informe periódico que se presentará ante las autoridades correspondientes.

#### Evaluación y seguimiento

Para llevar a cabo la evaluación de este programa se establecerá un responsable o personal con la capacidad técnica para llevar a cabo esta fase. De forma que pueda registrar las variables y datos necesarios y dar el seguimiento apropiado.

Una de las variables a evaluar es la sobrevivencia, la cual permitirá tener una estimación cuantitativa del éxito de la plantación bajo la influencia de los factores del sitio. El valor que se obtiene es la proporción de árboles que están vivos en relación con los árboles efectivamente plantados. Para obtener la sobrevivencia de la plantación se extrapolan los datos de la superficie de muestreo a la totalidad de la reforestación a través de la siguiente fórmula:

$$(Proporción estimada de árboles vivos) S = (Sumatoria de plantas vivas en el sitio de muestreo / número total de individuos) \times 100.$$

De la misma manera, se evaluará el estado fitosanitario y vigor de la reforestación registrando todos los elementos reforestados en el sitio de muestreo y extrapolados a la totalidad de la superficie reforestada.

Para evaluar lo anterior, se considera que un individuo está sano cuando no presenta daños por plagas o síntomas de enfermedades en cualquiera de sus estructuras.

Asimismo, El vigor se clasifica de la siguiente forma: bueno, cuando la planta presenta un follaje denso, color verde intenso y tiene amplia cobertura de copa; regular, cuando el árbol muestra un follaje menos denso, color verde seco a amarillento y follaje medio; malo, cuando el follaje es amarillento, ralo y de hojas débiles.

#### VI.4.2 Medidas de compensación en el aspecto social

El proyecto entroncará en la parte sur del proyecto con la autopista México-Puebla y en el norte entroncará con la autopista Peñón-Texcoco, con el fin de movilizar en un menor tiempo el traslado y el acceso rápido a centros de atención primaria, incrementando la demanda de infraestructura local, favoreciendo el comercio entre los habitantes de la misma Ciudad de México y del Estado de México, mejorando el intercambio comercial constante.

Casi dos terceras partes del área del proyecto se ubican en la zona urbana de la Ciudad de México. Como se indicó en el Capítulo IV, la densidad de población es muy alta, rondando entre los 13,102.8 hasta los 17,522.7 habitantes por kilómetro cuadrado en las alcaldías de la Ciudad de México como en el municipio del estado de México donde se ubica el área del proyecto (siguiente Figura).

**Tabla VI-2. Población de las alcaldías y municipios donde se ubica el proyecto.**

Alcaldía/Municipio	Población (No. hab.)	Población a nivel estatal (%)	Densidad (hab./km <sup>2</sup> ,)
Ciudad de México			
Venustiano Carranza	443,704	4.8	13,102.8
Iztacalco	404,695	4.4	17,522.7
Iztapalapa	1,835,486	19.9	16,219.6
Estado de México			
Nezahualcóyotl	1,077,208	6.3	17,026.4

Fuente: Datos del Censo de Población, 2020.

Dado que en el área donde se llevará el proyecto se encuentra en una zona urbana, es necesario, que en las fases de preparación y construcción se implementen tres tipos de señalamientos. 1) los señalamientos preventivos que resalten los caminos de acceso para dirigir el tránsito de unidades de carga para evitar accidentes, 2) señalamientos restrictivos que limiten las acciones por parte del personal y de los habitantes de las colonias cercanas al proyecto en áreas no autorizadas, y 3) señalamientos informativos para guiar al personal y usuarios.

En la fase de operación, las autopistas urbanas funcionan como impulsoras de desarrollo socioeconómico. Estas albergan grandes volúmenes de tránsito, los cuales son conectados eficaz y rápidamente de un punto de la urbe a otro dentro de la misma ciudad, disminuyendo el tiempo de

traslado de mercancías y de automovilistas, pero si no son adecuadamente integradas al medio urbano pueden generar efectos adversos, como son el aumento de accidentes de tránsito.

Las autopistas urbanas mantienen un flujo constante y de alta velocidad, haciendo necesario la implementación de acciones que faciliten la movilidad peatonal de los habitantes de las áreas urbanas separadas de las autopistas.

La construcción de carreteras o autopistas urbanas separan comunidades al crear caminos inaccesibles que suponen una separación física entre las zonas urbanas, dificultado el desplazamiento peatonal de los habitantes de la zona, aumentando los tiempos de traslado al tratar de atravesar la autopista urbana.

Una forma para compensar el impacto negativo en la movilidad peatonal es la implementación de puentes o pasos peatonales a desnivel, cuya ubicación deben considerar las necesidades de movilidad de todos los usuarios, estos deben ser accesibles para la mayoría de las condiciones de los usuarios sin incrementar el tiempo de desplazamiento. El uso de puentes peatonales se justifica cuando es necesario cruzar ríos, obstáculos naturales, autopistas, depresiones de terreno o vías del tren.

La implementación de puentes peatonales como una solución al desplazamiento de los peatones para cruzar una barrera física, como lo son las autopista urbana, ha sido frecuente, sin embargo, en el diseño en los puentes peatonales no se consideraba la movilidad de todos los usuarios, ya que su diseño es poco accesible, limitando el número de usuarios que pueden utilizar dicha infraestructura, además de que exige a los peatones a tomar desvíos verticales y horizontales que requieren incrementar más el tiempo de traslado.

El diseño de puentes peatonales que faciliten el desplazamiento de los peatones entre las áreas que separa la autopista urbana se tiene que tomar en cuenta el espacio que utiliza un peatón para desplazarse ya que determina la velocidad del viaje y el número de peatones que pueden pasar por un punto determinado en un periodo de tiempo.

De acuerdo con Castañeda Gutiérrez (2010) Los puentes peatonales deben cumplir adecuadamente los lineamientos en su diseño y geometría (siguiente Figura).

DISEÑO Y GEOMETRIA	
<i>Pendientes</i>	*Pendiente máxima en rampas de acceso: 10% *Longitud máxima de desarrollo: 15m entre descansos intermedios
<i>Escaleras</i>	*Paso: 0,30m min. *Contrapaso: 0,17m *Tramos máximo de 18 escalones
<i>Descanso</i>	*Se requiere 1,50m mín. en el sentido del flujo, para que permitan alojar una silla de ruedas
<i>Altura de baranda</i>	*Mínimo de 1m, para garantizar la seguridad del peatón
<i>Altura de pasamanos</i>	*Para usuarios en general: 0,90m del piso; para usuarios en silla de ruedas: 0,60m del piso *En escaleras la altura será de 0,90m del piso *Los pasamanos deben estar ubicados a ambos lados de la sección del puente en la zona de rampas
<i>Ancho</i>	*Depende del nivel de servicio del sitio *En vías principales: $\geq 2,40m$
<i>Superficie de piso</i>	*Los pisos deben ser de material antideslizante con una condición climática seca o de lluvia
<i>Señalización</i>	*Ubicada en sitios estratégicos *Sencilla, legible e informativa
<i>Gálibo bajo rampa o escalera de acceso</i>	*Aplica cuando por razones topográficas, el descanso del puente queda a una altura menor a 2,20m, y atravesado en el flujo peatonal *Señalizar el piso mediante guías o generando obstáculos por medio del mobiliario urbano

**Figura VI-10. Figura. Lineamientos para el diseño y geometría de un puente peatonal.**

Fuente: Castañeda Gutiérrez. 2010.

La ubicación de los puentes peatonales sobre el trazo del proyecto debe considerar las áreas de mayor flujo de peatones. Asimismo, en las zonas donde no sea posible implementar un paso peatonal elevado, se deben considerar los pasos a nivel del suelo como son los pasos peatonales abajo de los puentes vehiculares, comunes en la zona urbana del área del proyecto.

Por otro lado, de acuerdo con Reséndiz (sin fecha), indica que las vías principales presentan el mayor número de accidentes viales en la Ciudad de México. Para evitar atropellamientos de peatones, en la fase de operación del proyecto es necesario la implementación de una barrera física que limite el paso de los peatones a los carriles de la autopista urbana y con ello evitar los accidentes de tránsito que involucren la circulación de los vehículos y el atropellamiento de los peatones.

La construcción de carreteras favorece los asentamientos humanos irregulares a lo largo de la misma, por lo que cualquier establecimiento de asentamientos humanos debe estar regulado por el plan o programa de desarrollo urbano, evitando la edificación de comunidades en el área del proyecto que no está en el área urbana.

## VI.5 Agrupación de impactos de acuerdo con las medidas de prevención, mitigación o compensación propuestas

En esta sección se presentan de manera sistematizada y agrupada las medidas de prevención, mitigación y/o compensaciones descritas en la sección previa. El eje rector de las medidas será el impacto ambiental por prevenir, mitigado y/o compensado (siguientes Tablas).

**Tabla VI-3. Medidas de prevención para el impacto ambiental Especies exóticas.**

Impacto a controlar	Medida	Tipo de medida	Vigilancia	
			inicio	término
Especies exóticas	<i>Colocación de contenedores para residuos sólidos</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Recolección de basura y disposición final adecuada</i>	Prevención	Preparación del sitio	Funcionamiento
	<i>Selección de especies botánicas</i>	Prevención	Previo al inicio de operaciones de la carretera	Funcionamiento

**Tabla VI-4. Medidas de prevención para el impacto ambiental Malos olores y contaminación del suelo.**

Impacto a controlar	Medida	Tipo de medida	Vigilancia	
			inicio	término
Malos olores y contaminación del suelo	<i>Almacenamiento temporal de productos del despilme y desmonte</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera

Impacto a controlar	Medida	Tipo de medida	Vigilancia	
			inicio	término
	<i>Manejo y almacén de residuos peligrosos</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Suministro de agua potable</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Instalación de sanitarios</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Empleo de maquinaria afinada y en buen estado</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Reparaciones mayores de maquinaria realizadas en talleres especializados</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Reparaciones menores de la maquinaria deberá hacerse sobre una capa impermeable</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Colecta de basura y disposición final adecuada</i>	Prevención	Preparación del sitio	Funcionamiento
	<i>Prohibir la quema de residuos sólidos</i>	Prevención	Preparación del sitio	Funcionamiento
	<i>Control de sustancias derivadas de petróleo</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Evitar vertimientos de combustible sobre el suelo</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera



Impacto a controlar	Medida	Tipo de medida	Vigilancia	
			inicio	término
	<i>Accidentes de derrames de grasas y aceites, y/o derivados de petróleo</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Goteo de grasas y aceites, y/o derivados de petróleo por parte de la maquinaria</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Controlar incendios</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera

**Tabla VI-5. Medidas de prevención para el impacto ambiental Flora y fauna.**

Impacto a controlar	Medida	Tipo de medida	Vigilancia	
			inicio	término
Flora y fauna	<i>Retraslocación de especies que se encuentren bajo algún estatus de protección</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Marcación de individuos forestales a desmontar</i>	Prevención	Preparación del sitio	Construcción
	<i>Dispersión de fauna por medio de sonidos</i>	Prevención	Preparación del sitio	Construcción
	<i>Prohibir la introducción de especies al sitio de obra</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Empleo de la zona sin vegetación como sitio de almacén de materiales</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Instalación de sanitarios</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera

Impacto a controlar	Medida	Tipo de medida	Vigilancia	
			inicio	término
	<i>Recolección de basura y disposición final adecuada</i>	Prevención	Preparación del sitio	Funcionamiento
	<i>Prohibir la quema de residuos sólidos.</i>	Prevención	Preparación del sitio	Funcionamiento
	<i>Controlar incendios</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Control de sustancias derivadas de petróleo</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Evitar vertimientos de combustible sobre el suelo</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Mantenimiento de las especies de porte grande</i>	Prevención	Preparación del sitio	Funcionamiento
	<i>Selección de especies botánicas</i>	Prevención	Construcción	Funcionamiento
	<i>Evitar daños sobre la vegetación adyacente</i>	Mitigación	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Realización de los trazos viales y de construcción</i>	Mitigación	Preparación del sitio	Construcción
	<i>Límite de velocidad de 35 km/h</i>	Mitigación	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Eliminación de la cubierta vegetal conforme se requiera</i>	Mitigación	Preparación del sitio	Construcción
	<i>Protección de hábitats</i>	Mitigación	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera

Impacto a controlar	Medida	Tipo de medida	Vigilancia	
			inicio	término
	<i>Reducir la generación de polvo</i>	Mitigación	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Prohibir la cacería furtiva</i>	Mitigación	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera

**Tabla VI-6. Medidas de prevención para el impacto ambiental Erosión.**

Impacto a controlar	Medida	Tipo de medida	Vigilancia	
			inicio	término
Erosión	<i>Eliminación de la cubierta vegetal estrictamente en zonas específicas</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Obras adicionales</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Almacenamiento temporal de productos del despalme y desmonte</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera

**Tabla VI-7. Medidas de prevención para el impacto ambiental Emisiones a la atmósfera.**

Impacto a controlar	Medida	Tipo de medida	Vigilancia	
			inicio	término
Emisiones a la atmósfera	<i>Prohibición de la quema de basura</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Programa de mantenimiento de maquinaria</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Controlar incendios</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera

Impacto a controlar	Medida	Tipo de medida	Vigilancia	
			inicio	término
	<i>Empleo de vehículos con mantenimiento adecuado</i>	Mitigación	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Empleo de barreras físicas para evitar la dispersión de partículas</i>	Mitigación	Construcción	Previo al inicio de operaciones de la carretera

**Tabla VI-8. Medidas de prevención para el impacto ambiental Conflictos de interés.**

Impacto a controlar	Medida	Tipo de medida	Vigilancia	
			inicio	término
Conflictos de interés	<i>Empleo de la población local</i>	Prevención	Preparación del sitio	Funcionamiento
	<i>Controlar incendios</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera

**Tabla VI-9. Medidas de prevención para el impacto ambiental Accidentes y enfermedades.**

Impacto a controlar	Medida	Tipo de medida	Vigilancia	
			inicio	término
Accidentes y enfermedades	<i>Señalamientos preventivos</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Señalamientos restrictivos</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Señalamientos informativos</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Recolección de basura y disposición final adecuada</i>	Prevención	Preparación del sitio	Funcionamiento

Impacto a controlar	Medida	Tipo de medida	Vigilancia	
			inicio	término
	<i>Prohibir la quema de residuos sólidos</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Controlar incendios</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Control de sustancias derivadas de petróleo</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Instalación de sanitarios</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Servicios de vigilancia</i>	Prevención	Previo al inicio de operaciones de la carretera	Funcionamiento

**Tabla VI-10. Medidas de prevención para el impacto ambiental Contaminación de cuerpos de agua y suelo.**

Impacto a controlar	Medida	Tipo de medida	Vigilancia	
			inicio	término
<b>Cuerpos de agua y contaminación del suelo</b>	<i>Almacenamiento temporal de productos del despalde y desmonte</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Instalación de sanitarios</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Recolección de basura y disposición final adecuada</i>	Prevención	Preparación del sitio	Funcionamiento
	<i>Programa de mantenimiento de maquinaria</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera

Impacto a controlar	Medida	Tipo de medida	Vigilancia	
			inicio	término
Cuerpos de agua y contaminación del suelo	<i>Accidentes de derrames de grasas y aceites, y/o derivados de petróleo</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Eliminación de la cubierta vegetal estrictamente en zonas específicas</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Obras adicionales</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Almacenamiento temporal de productos del despalme y desmonte</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Goteo de grasas y aceites, y/o derivados de petróleo por parte de la maquinaria</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Control de sustancias derivadas de petróleo</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Evitar vertimientos de combustible sobre el suelo y cuerpos de agua</i>	Prevención	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera

**Tabla VI-11. Medidas de prevención para el impacto ambiental Perturbación por ruido.**

Impacto a controlar	Medida	Tipo de medida	Vigilancia	
			inicio	término
Perturbación por ruido	<i>Regulación de emisiones de ruido.</i>	Mitigación	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Regulación de la velocidad.</i>	Mitigación	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera

Impacto a controlar	Medida	Tipo de medida	Vigilancia	
			inicio	término
	<i>Regulación de emisiones de ruido.</i>	Mitigación	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera

**Tabla VI-12. Medidas de prevención para el impacto ambiental Reducción de polvo.**

Impacto a controlar	Medida	Tipo de medida	Vigilancia	
			inicio	término
<b>Polvo</b>	<i>Cubrir las unidades de transporte de materiales con lonas o similar</i>	Mitigación	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Límite de velocidad de 35 km/h</i>	Mitigación	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Reducir la generación de polvo</i>	Mitigación	Preparación del sitio	Previo al inicio de operaciones de la carretera
	<i>Empleo de las terracerías y vialidades habilitadas que actualmente están en uso</i>	Mitigación	Construcción	Previo al inicio de operaciones de la carretera

## VI.6 Descripción de la estrategia o del sistema de medidas de mitigación

En esta sección se presenta de forma sistematizada la presentación de las metodologías, estrategias y técnicas que serán aplicadas en campo con el fin de minimizar las afectaciones derivadas del establecimiento del presente proyecto. Así también, se presenta la forma en que se dará el seguimiento y vigilancia para dar cumplimiento a la prevención y mitigación de los impactos ambientales.

### VI.6.1 Control de especies exóticas

**Tabla VI-13. Estrategias de mitigación para el Control de especies exóticas.**

Estrategia		Objetivo	Formas de comprobar
1	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la	<i>Colocación de contenedores para residuos sólidos</i>	Habrá una bitácora de obra en donde se indiquen las coordenadas y superficie de los contenedores para residuos sólidos. Se registrará con fotografías semana a semana la situación de estos contenedores. La

Estrategia		Objetivo	Formas de comprobar
	implementación de las medidas respectivas.		supervisión de obra deberá verificar que se encuentren en buenas condiciones físicas, en una cantidad necesaria, colocados en sitios estratégicos para tal fin y adecuados para evitar la proliferación de fauna nociva.
2	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Colecta de basura y disposición final adecuada</i>	Habrà una bitàcora de obra en donde se indiquen las coordenadas y superficie del o los lugares de almacenamiento temporal. Se registrarà con fotografías cada semana la situaci3n de esos lugares. La supervisi3n de obra deberà verificar que no se estàn tirando otro tipo de residuos s3lidos. Se deberà tener un convenio con el sitio final de la disposici3n.
3	Se validarà la selecci3n de la paleta vegetal que sea propuesta por la empresa proyectista.	<i>Selecci3n de especies botànicas</i>	La supervisi3n de obra deberà verificar que la selecci3n de las especies corresponda con las autorizadas con el promovente. Se deberà llevar a cabo un registro fotogràfico de las especies seleccionadas, y las realmente utilizadas en sitio.

## VI.6.2 Prevenci3n de malos olores y contaminaci3n del suelo

**Tabla VI-14. Estrategias de mitigaci3n para la Prevenci3n de malos olores y contaminaci3n del suelo.**

Estrategia		Objetivo	Formas de comprobar
1	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementaci3n de las medidas respectivas.	<i>Almacenamiento temporal de productos del despalle y desmonte</i>	Habrà una bitàcora de obra en donde se indiquen las coordenadas y superficie del o los lugares de almacenamiento temporal. Se registrarà con fotografías cada semana la situaci3n de esos lugares. La supervisi3n de obra deberà verificar que no se estàn tirando otro tipo de residuos s3lidos.
2	La empresa constructora estarà obligada a contratar una empresa autorizada por la SEMARNAT para recolectar, transportar y confinar los residuos peligrosos generados. En caso de ser necesario se establecerà algùn àrea de almacenamiento de sustancias y/o de combustible debidamente provistas para evitar	<i>Manejo y almacen de residuos peligrosos</i>	Habrà una bitàcora de obra en donde se indiquen las coordenadas y superficie del àrea de almacenamiento de residuos peligrosos, en caso de haberla. La supervisi3n de obra deberà verificar las condiciones del almacèn para que cumplan con la normatividad.



	Estrategia	Objetivo	Formas de comprobar
	fuga de residuos peligrosos y obtener los permisos necesarios ante las autoridades federales, con la finalidad de cumplir con la legislación vigente y firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.		Deberán llevarse registros fotográficos.
3	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Suministro de agua potable</i>	La empresa que se contrate deberá estar certificada para poder ofrecer dichos servicios. Se contarán con las facturas correspondientes y los datos de tal certificación.
4	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Instalación de sanitarios</i>	<p>La empresa que se contrate deberá estar certificada para poder ofrecer dichos servicios. Se contarán con las facturas correspondientes y los datos de tal certificación.</p> <p>El número de sanitarios requeridos estarán en función del número de empleados, pero en promedio se requiere 1 por cada 20 trabajadores. Sin embargo, pudieran requerirse más.</p> <p>La supervisión de la obra deberá registrar que son el número suficientes, y que en dado caso se requieran más, éstos sean solicitados.</p>
5	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Empleo de maquinaria afinada y en buen estado</i>	Las empresas subcontratadas deberán contar con un certificado de mantenimiento de sus maquinarias.
6	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Reparaciones mayores de maquinaria realizadas en</i>	Las empresas subcontratadas deberán contar con un certificado de mantenimiento de sus maquinarias.

Estrategia		Objetivo	Formas de comprobar
		<i>talleres especializados</i>	
7	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Reparaciones menores de la maquinaria deberá hacerse sobre una capa impermeable</i>	La supervisión de la obra deberá verificar la presencia y buen estado de las capas impermeables. Se debe llevar a cabo un registro en bitácora y fotográfico.
8	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Colecta de basura y disposición final adecuada</i>	Habrà una bitàcora de obra en donde se indiquen las coordenadas y superficie del o los lugares de almacenamiento temporal. Se registrarà con fotografías cada semana la situaci3n de esos lugares. La supervisi3n de obra deberà verificar que no se estàn tirando otro tipo de residuos s3lidos. Se deberà tener un convenio con el sitio final de la disposici3n.
9	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Prohibir la quema de residuos s3lidos</i>	La supervisi3n de obra deberà verificar que no se estàn quemando residuos s3lidos.
10	La empresa constructora estarà obligada a contratar una empresa autorizada por la SEMARNAT para recolectar, transportar y confinar los residuos peligrosos generados. En caso de ser necesario se establecerà algùn àrea de almacenamiento de sustancias y/o de combustible debidamente provistas para evitar fuga de residuos peligrosos y obtener los permisos necesarios ante las autoridades federales, con la finalidad de cumplir con la legislaci3n vigente y firmarà un acuerdo en el que se responsabilice de la	<i>Control de sustancias derivadas de petr3leo</i>	La supervisi3n de obra deberà confirmar el buen uso de las sustancias derivadas de petr3leo, y registrar evidencia fotogràfica.  No debe haber contaminaci3n de suelo por derrames.  Debe haber una bitàcora de accesos al almacèn de sustancias derivadas de petr3leo.  Se contaràn con registros de los volùmenes manejados por tipo de sustancia.

	Estrategia	Objetivo	Formas de comprobar
	implementación de las medidas respectivas.		
11	La empresa constructora estará obligada a contratar una empresa autorizada por la SEMARNAT para recolectar, transportar y confinar los residuos peligrosos generados. En caso de ser necesario se establecerá algún área de almacenamiento de sustancias y/o de combustible debidamente provistas para evitar fuga de residuos peligrosos y obtener los permisos necesarios ante las autoridades federales, con la finalidad de cumplir con la legislación vigente y firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Evitar vertimientos de combustible sobre el suelo o cuerpos de agua</i>	La empresa constructora deberá entregar un manual de operación en donde indique los lugares estratégicos de recarga de combustible, mismos que deberán estar acorde a los lineamientos aquí indicados. La supervisión de obra deberá estar atenta al manejo del combustible y registrar en bitácora los días, horas y ubicación donde haya tomado lugar. Posterior a la recarga deberá asegurarse que no haya vertimientos. En dado caso de haber vertimientos deberá asentarlos en bitácora, hacer registro fotográfico, proceder a coleccionar el suelo y almacenarlo para su posterior disposición, e informar a los responsables de dicho problema. Además, deberá dar una alternativa para que tales elementos no se vuelvan a presentar.
12	La empresa constructora estará obligada a contratar una empresa autorizada por la SEMARNAT para recolectar, transportar y confinar los residuos peligrosos generados y firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Accidentes de derrames de grasas y aceites, y/o derivados de petróleo</i>	La supervisión de obra deberá estar atenta a los accidentes. Una vez que éstos se presenten deberán atenderse de manera inmediata en la que coleccionarán el suelo en contenedores para su disposición final en un lugar autorizado para tal fin. Se deberá levantar una nota en bitácora poniendo evidencia del accidente y de los trabajos de contingencia. Así también, analizar la causa del accidente para comunicar a los responsables las posibles omisiones que condujeron a dicho accidente.

	Estrategia	Objetivo	Formas de comprobar
13	La empresa constructora estará obligada a contratar una empresa autorizada por la SEMARNAT para recolectar, transportar y confinar los residuos peligrosos generados y firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Goteo de grasas y aceites, y/o derivados de petróleo por parte de la maquinaria</i>	Los operadores de la maquinaria deberán estar atentos al buen funcionamiento de su maquinaria. Además, se deberá demostrar que la maquinaria empleada tiene su mantenimiento preventivo. En dado caso de identificarse goteos, la supervisión de obra podrá solicitar el ajuste de la maquinaria y hacer el levantamiento en bitácora de los procesos adquiridos para atender dicha problemática.
14	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Controlar incendios</i>	La supervisión de obra deberá verificar que no se están realizando fogatas, quemas de residuos sólidos, o actividades que pudieran significar en un incendio.

### VI.6.3 Prevención de impactos sobre la flora y la fauna

**Tabla VI-15. Estrategias de mitigación para la Prevención de impactos sobre la flora y la fauna.**

	Estrategia	Objetivo	Formas de comprobar
1	El promovente contratará un responsable ambiental que llevará a cabo las actividades respectivas.	<i>Retraslocación de especies que se encuentren bajo algún estatus de protección</i>	La empresa contratada deberá llevar un registro de número de individuos por especie capturado. Identificar sitio de liberación, y llevar registros fotográficos de estas acciones.  La empresa constructora deberá firmar un acuerdo para el acceso sin límites al personal encargado de realizar la retraslocación.
2	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Marcación de individuos forestales a desmontar</i>	Deberán inventariarse los individuos forestales a desmontarse. El inventario será por medio de número de individuos, y su clase diamétrica aproximada.  La marcación se realizará con pintura de color llamativo.

	Estrategia	Objetivo	Formas de comprobar
			La supervisión de la obra deberá estar al tanto del número de individuos marcados, y del número real de individuos desmontados.
3	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Dispersión de fauna por medio de sonidos</i>	El responsable de obra llevará una bitácora por tramo y fecha en el que se lleven las actividades.  Deberá haber un respaldo en video de diferentes frentes de obra en donde se lleve a cabo dicha actividad.
4	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Prohibir la introducción de especies al sitio de las obras</i>	La supervisión de obra deberá verificar que no se introduzcan especies de fauna y flora al sitio de las obras.
5	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Empleo de la zona sin vegetación como sitio de almacén de materiales</i>	La supervisión de la obra deberá demostrar por medio de cartografía generada previo al inicio de la obra que se están empleando los sitios desprovistos de vegetación.
6	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Instalación de sanitarios</i>	La empresa que se contrate deberá estar certificada para poder ofrecer dichos servicios. Se contarán con las facturas correspondientes y los datos de tal certificación.  El número de sanitarios requeridos estarán en función del número de empleados, pero en promedio se requiere 1 por cada 20 trabajadores. Sin embargo, pudieran requerirse más.  La supervisión de la obra deberá registrar que son el número suficientes, y que en dado caso se requieran más, éstos sean solicitados.

	Estrategia	Objetivo	Formas de comprobar
7	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Colecta de basura y disposición final adecuada</i>	Habrá una bitácora de obra en donde se indiquen las coordenadas y superficie del o los lugares de almacenamiento temporal. Se registrará con fotografías cada semana la situación de esos lugares. La supervisión de obra deberá verificar que no se están tirando otro tipo de residuos sólidos. Se deberá tener un convenio con el sitio final de la disposición.
8	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Prohibir la quema de residuos sólidos</i>	La supervisión de obra deberá verificar que no se están quemando residuos sólidos.
9	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Controlar incendios</i>	La supervisión de obra deberá verificar que no se están realizando fogatas, quemas de residuos sólidos, o actividades que pudieran significar en un incendio.
10	La empresa constructora estará obligada a contratar una empresa autorizada por la SEMARNAT para recolectar, transportar y confinar los residuos peligrosos generados. En caso de ser necesario se establecerá algún área de almacenamiento de sustancias y/o de combustible debidamente provistas para evitar fuga de residuos peligrosos y obtener los permisos necesarios ante las autoridades federales, con la finalidad de cumplir con la legislación vigente y firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Control de sustancias derivadas de petróleo</i>	<p>La supervisión de obra deberá confirmar el buen uso de las sustancias derivadas de petróleo, y registrar evidencia fotográfica.</p> <p>No debe haber contaminación de suelo por derrames.</p> <p>Debe haber una bitácora de accesos al almacén de sustancias derivadas de petróleo.</p> <p>Se contarán con registros de los volúmenes manejados por tipo de sustancia.</p>
11	La empresa constructora estará obligada a contratar una empresa autorizada por la SEMARNAT para	<i>Evitar vertimientos de combustible</i>	La empresa constructora deberá entregar un manual de operación en donde indique los lugares estratégicos

	Estrategia	Objetivo	Formas de comprobar
	<p>recolectar, transportar y confinar los residuos peligrosos generados. En caso de ser necesario se establecerá algún área de almacenamiento de sustancias y/o de combustible debidamente provistas para evitar fuga de residuos peligrosos y obtener los permisos necesarios ante las autoridades federales, con la finalidad de cumplir con la legislación vigente y firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.</p>	<p><i>sobre el suelo o cuerpos de agua</i></p>	<p>de recarga de combustible, mismos que deberán estar acorde a los lineamientos aquí indicados. La supervisión de obra deberá estar atenta al manejo del combustible y registrar en bitácora los días, horas y ubicación donde haya tomado lugar. Posterior a la recarga deberá asegurarse que no haya vertimientos. En dado caso de haber vertimientos deberá asentarlo en bitácora, hacer registro fotográfico, proceder a coleccionar el suelo y almacenarlo para su posterior disposición, e informar a los responsables de dicho problema. Además, deberá dar una alternativa para que tales elementos no se vuelvan a presentar.</p>
12	<p>La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.</p>	<p><i>Mantenimiento o retraslocación de las especies de porte grande</i></p>	<p>Previo al inicio del proceso de preparación de sitio se realizará el marcaje de los individuos seleccionados para su conservación <i>in situ</i>. El marcaje deberá ser visible y permanente en todas las fases del proyecto, hasta que se termine la construcción y se inicie el funcionamiento.</p>
13	<p>Se validará la selección de la paleta vegetal que sea propuesta por la empresa proyectista.</p>	<p><i>Selección de especies botánicas</i></p>	<p>La supervisión de obra deberá verificar que la selección de las especies corresponda con las autorizadas con el promovente. Se deberá llevar a cabo un registro fotográfico de las especies seleccionadas, y las realmente utilizadas en sitio.</p>
14	<p>La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.</p>	<p><i>Evitar daños sobre la vegetación adyacente</i></p>	<p>Previo al inicio del proceso de preparación de sitio se realizará el marcaje de los individuos que serán desmontados. El marcaje deberá ser claro y de colores diferentes a los referentes a los de conservación. El</p>

	Estrategia	Objetivo	Formas de comprobar
			marcaje deberá ser visible y permanente en todas las fases del proyecto, hasta que se termine la construcción y se inicie el funcionamiento.
15	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Realización de los trazos viales y de construcción</i>	Los trazos viales los realizará. La empresa constructora con su equipo de ingenieros. La delimitación deberá ser clara para evitar cualquier clase de confusión por el operador.
16	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Límite de velocidad de 35 km/h</i>	La supervisión de obra deberá estar atenta de que los vehículos no excedan de este límite de velocidad. En dado caso de exceder, deberá levantar un reporte y comunicarlo con los superiores con el fin de que recuerden, y en dado caso de re incidencia, que se penalice a los responsables.
17	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Eliminación de la cubierta vegetal estrictamente en zonas específicas</i>	Los responsables por parte de la constructora deberán contar con un calendario de obra claro por etapas y ubicación de las etapas. De esta manera se evitará eliminar la cubierta vegetal y que quede el suelo sin protección. Los desmontes tendrán que irse realizando conforme vaya avanzando la obra. La supervisión de obra deberá asegurarse que no se están desmontando zonas del proyecto en donde no hay planes de un próximo inicio de obra.
18	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Protección de hábitats</i>	El responsable de obra deberá estar atento de implementar las medidas de prevención y mitigación en todas las etapas del proyecto. Deberá llevar una bitácora de obra donde se registren las diferentes acciones con evidencia fotográfica, y la ubicación de dónde



Estrategia		Objetivo	Formas de comprobar
			fueron necesarias la implementación de las medidas.
19	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Reducir la generación de polvo</i>	La empresa constructora deberá solicitar a las empresas subcontratadas que cuenten con camiones adaptados para poder cubrir los materiales transportados. La supervisión de obra deberá asegurarse que se estén siguiendo dichos lineamientos. Se deberá evidenciar con fotografías la implementación de tales medidas, y cuando éstas no sean cumplidas, se deberá dar aviso a los responsables indicando número de placas, y posibles reincidencias.
20	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Se solicitará a los encargados del personal eviten la cacería furtiva</i>	La empresa constructora deberá impartir una plática a los trabajadores que vayan a trabajar en la obra, a los que se les indicará que toda actividad de extracción de fauna está prohibida. El responsable de obra deberá estar atento a cualquier detonación, y hacer investigaciones con tal de deslindar responsabilidades de posible cacería furtiva.

#### VI.6.4 Prevención de la erosión

**Tabla VI-16. Estrategias de mitigación para la Prevención de la erosión.**

Estrategia		Objetivo	Formas de comprobar
1	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Eliminación de la cubierta vegetal estrictamente en zonas específicas</i>	Los responsables por parte de la constructora deberán contar con un calendario de obra claro por etapas y ubicación de las etapas. De esta manera se evitará eliminar la cubierta vegetal de zonas que no le competen al proyecto. La supervisión de obra deberá asegurarse que no se están desmontando zonas del proyecto ajenas. Deberá presentarse cartografía de los avances de desmonte en donde se pueda plasmar que no se están invadiendo la vegetación ajena al proyecto.

	Estrategia	Objetivo	Formas de comprobar
2	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Obras adicionales</i>	Todas las obras adicionales deberán registrarse en bitácora de obra, indicando cuáles y dónde se encuentra. Además, deberán ajustarse a las medidas de prevención y mitigación que les aplique. El responsable de obra será el encargado de validar que se estén llevando a cabo de acuerdo a procedimiento.
3	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Almacén temporal de productos del despalme y desmonte</i>	Habrá una bitácora de obra en donde se indiquen las coordenadas y superficie del o los lugares de almacenamiento temporal. Se registrará con fotografías cada semana la situación de esos lugares. La supervisión de obra deberá verificar que no se están tirando otro tipo de residuos sólidos.

### VI.6.5 Prevención de emisiones a la atmósfera

**Tabla VI-17. Estrategias de mitigación para la Prevención de emisiones a la atmósfera.**

	Estrategia	Objetivo	Formas de comprobar
1	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Prohibición de la quema de basura y/o vegetación</i>	El responsable de obra deberá estar atento que la basura no puede ser quemada. De igual forma, se prohíbe la quema de vegetación y del uso de materiales químicos como defoliantes, herbicidas, etc. Deberá asegurarse, por medio de recorridos a la obra, la ausencia de restos de cenizas y/o quema de basura. Cuando se identifiquen, deberá averiguarse quien o quienes fueron los responsables y reportarlo con sus superiores. Se deberá llevar reportes de ubicación de la violación de este punto en una bitácora de obra.
2	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Programa de mantenimiento de maquinaria</i>	La empresa que proporcione la maquinaria deberá presentar un programa de mantenimiento preventivo. Este se asentará en bitácora. El responsable de obra cuando detecte algún vehículo que no cumpla estas características, se deberá levantar un reporte.
3	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de	<i>Controlar incendios</i>	La supervisión de obra deberá verificar que no se están realizando fogatas, quemas de residuos sólidos, o actividades que pudieran significar en un incendio.

Estrategia		Objetivo	Formas de comprobar
	la implementación de las medidas respectivas.		
4	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Empleo de vehículos con mantenimiento adecuado</i>	La empresa que proporcione los vehículos deberá presentar un programa de mantenimiento preventivo. Este se asentará en bitácora. El responsable de obra cuando detecte algún vehículo que no cumpla estas características, se deberá levantar un reporte.
5	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Empleo de barreras físicas para evitar la dispersión de partículas</i>	La supervisión de obra deberá estar atenta de la generación de polvo. A partir de ello deberá considerar si requiere el establecimiento de barreras físicas que eviten su dispersión. Ejemplo de ello puede ser el corte de piedras que generen una alta cantidad de partículas y con una dispersión que superen los 10m.

#### VI.6.6 Prevención de conflictos de interés

**Tabla VI-18. Estrategias de mitigación para la Prevención de conflictos de interés.**

Estrategia		Objetivo	Formas de comprobar
1	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Empleo de la población local</i>	Por medio de contratos y una relación del personal se deberá verificar la contratación y origen del personal contratado. En bitácora de obra se deberá presentar la proporción de la población y sus sitios de origen.
2	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Controlar incendios</i>	La supervisión de obra deberá verificar que no se están realizando fogatas, quemas de residuos sólidos, o actividades que pudieran significar en un incendio.

#### VI.6.7 Prevención de accidentes y enfermedades

**Tabla VI-19. Estrategias de mitigación para la Prevención de accidentes enfermedades.**

Estrategia		Objetivo	Formas de comprobar
1	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Señalamientos preventivos</i>	La supervisión de obra deberá mostrar con evidencia fotográfica, y con cartografía la presencia de los señalamientos.

Estrategia		Objetivo	Formas de comprobar
2	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Señalamientos restrictivos</i>	La supervisión de obra deberá mostrar con evidencia fotográfica, y con cartografía la presencia de los señalamientos.
3	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Señalamientos informativos</i>	La supervisión de obra deberá mostrar con evidencia fotográfica, y con cartografía la presencia de los señalamientos.
4	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Colecta de basura y disposición final adecuada</i>	Habrà una bitàcora en donde se indiquen las coordenadas y superficie del o los lugares de almacenamiento temporal. Se registrarà con fotografías cada semana la situaciòn de esos lugares. La supervisiòn de obra deberà verificar que no se estàn tirando otro tipo de residuos sòlidos. Se deberà tener un convenio con el sitio final de la disposiciòn.
5	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Prohibir la quema de residuos sòlidos</i>	La supervisiòn de obra deberà verificar que no se estàn quemando residuos sòlidos.
6	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Controlar incendios</i>	La supervisiòn de obra deberà verificar que no se estàn realizando fogatas, quemas de residuos sòlidos, o actividades que pudieran significar en un incendio.
7	La empresa constructora estarà obligada a contratar una empresa autorizada por la SEMARNAT para recolectar, transportar y confinar los residuos peligrosos generados. En caso de ser necesario se establecerà algùn àrea de almacenamiento de sustancias y/o de combustible debidamente provistas para evitar fuga de residuos peligrosos y obtener los permisos necesarios ante las autoridades federales, con la finalidad de	<i>Control de sustancias derivadas de petròleo</i>	La supervisiòn de obra deberà confirmar el buen uso de las sustancias derivadas de petròleo, y registrar evidencia fotogràfica.  No debe haber contaminaciòn de suelo por derrames.  Debe haber una bitàcora de accesos al almacèn de sustancias derivadas de petròleo.

Estrategia		Objetivo	Formas de comprobar
	cumplir con la legislación vigente y firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.		Se contarán con registros de los volúmenes manejados por tipo de sustancia.
8	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Instalación de sanitarios</i>	La empresa que se contrate deberá estar certificada para poder ofrecer dichos servicios. Se contarán con las facturas correspondientes y los datos de tal certificación.  El número de sanitarios requeridos estarán en función del número de empleados, pero en promedio se requiere 1 por cada 20 trabajadores. Sin embargo, pudieran requerirse más.  La supervisión de la obra deberá registrar que son el número suficientes, y que en dado caso se requieran más, éstos sean solicitados.
9	El promovente en coordinación con otras dependencias de los tres órdenes gobierno deberán estar al pendiente de toda actividad que puedan ser de importancia.	<i>Servicios de vigilancia</i>	La supervisión de obra deberá estar en comunicación directa con los responsables de la obra con el fin de identificar focos de infecciones. Así como hacer análisis cuando se presenten casos similares de enfermedades en los frentes de obra.

#### VI.6.8 Prevención de afectación a cuerpos de agua y contaminación del suelo

**Tabla VI-20. Estrategias de mitigación para la Prevención de afectación a cuerpos de agua y contaminación del suelo.**

Estrategia		Objetivo	Formas de comprobar
1	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Almacenamiento temporal de productos despalme y desmonte</i>	Habrà una bitàcora de obra en donde se indiquen las coordenadas y superficie del o los lugares de almacenamiento temporal. Se registrará con fotografías cada semana la situación de esos lugares. La supervisión de obra deberá

	Estrategia	Objetivo	Formas de comprobar
			<p>verificar que no se están tirando otro tipo de residuos sólidos.</p>
2	<p>La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.</p>	<p><i>Instalación de sanitarios</i></p>	<p>La empresa que se contrate deberá estar certificada para poder ofrecer dichos servicios. Se contarán con las facturas correspondientes y los datos de tal certificación.</p> <p>El número de sanitarios requeridos estarán en función del número de empleados, pero en promedio se requiere 1 por cada 20 trabajadores. Sin embargo, pudieran requerirse más.</p> <p>La supervisión de la obra deberá registrar que son el número suficientes, y que en dado caso se requieran más, éstos sean solicitados.</p>
3	<p>La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.</p>	<p><i>Colecta de basura y disposición final adecuada</i></p>	<p>Habrà una bitàcora de obra en donde se indiquen las coordenadas y superficie del o los lugares de almacenamiento temporal. Se registrará con fotografías cada semana la situación de esos lugares. La supervisión de obra deberá verificar que no se están tirando otro tipo de residuos sólidos. Se deberá tener un convenio con el sitio final de la disposición.</p>
4	<p>La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.</p>	<p><i>Programa de mantenimiento de maquinaria</i></p>	<p>La empresa que proporcione la maquinaria deberá presentar un programa de mantenimiento preventivo. Este se asentará en bitàcora. El responsable de obra cuando detecte algùn vehìculo que no cumpla estas características, se deberá levantar un reporte.</p>
5	<p>La empresa constructora estarà obligada a contratar una empresa</p>	<p><i>Accidentes de derrames de grasas</i></p>	<p>La supervisión de obra deberá estar atenta a los accidentes. Una vez que</p>

	Estrategia	Objetivo	Formas de comprobar
	autorizada por la SEMARNAT para recolectar, transportar y confinar los residuos peligrosos generados y firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>y aceites, y/o derivados de petróleo</i>	éstos se presenten deberán atenderse de manera inmediata en la que colectarán el suelo en contenedores para su disposición final en un lugar autorizado para tal fin. Se deberá levantar una nota en bitácora poniendo evidencia del accidente y de los trabajos de contingencia. Así también, analizar la causa del accidente para comunicar a los responsables las posibles omisiones que condujeron a dicho accidente.
6	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Eliminación de la cubierta vegetal estrictamente en zonas específicas</i>	Los ingenieros responsables por parte de la constructora deberán contar con un calendario de obra claro por etapas y ubicación de las etapas. De esta manera se evitará eliminar la cubierta vegetal de zonas que no le competen al proyecto. La supervisión de obra deberá asegurarse que no se están desmontando zonas del proyecto ajenas. Deberá presentarse cartografía de los avances de desmonte en donde se pueda plasmar que no se están invadiendo la vegetación ajena al proyecto.
7	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Obras adicionales</i>	Todas las obras adicionales deberán registrarse en bitácora de obra, indicando cuáles y dónde se encuentra. Además, deberán ajustarse a las medidas de prevención y mitigación que les aplique. El responsable de obra será el encargado de validar que se estén llevando a cabo de acuerdo a procedimiento.
8	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice	<i>Colocación de contenedores para residuos sólidos</i>	Habrá una bitácora de obra en donde se indiquen las coordenadas y superficie de los contenedores para residuos sólidos. Se registrará con

	Estrategia	Objetivo	Formas de comprobar
	de la implementación de las medidas respectivas.		fotografías semana a semana la situación de estos contenedores. La supervisión de obra deberá verificar que se encuentren en buenas condiciones físicas, en una cantidad necesaria, colocados en sitios estratégicos para tal fin y adecuados para evitar la proliferación de fauna nociva.
9	La empresa constructora estará obligada a contratar una empresa autorizada por la SEMARNAT para recolectar, transportar y confinar los residuos peligrosos generados y firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Goteo de grasas y aceites, y/o derivados de petróleo por parte de la maquinaria</i>	Los operadores de la maquinaria deberán estar atentos del buen funcionamiento de su maquinaria. Además, se deberá demostrar que la maquinaria empleada tiene su mantenimiento preventivo. En dado caso de identificarse goteos, la supervisión de obra podrá solicitar el ajuste de la maquinaria y hacer el levantamiento en bitácora de los procesos adquiridos para atender dicha problemática.
10	La empresa constructora estará obligada a contratar una empresa autorizada por la SEMARNAT para recolectar, transportar y confinar los residuos peligrosos generados. En caso de ser necesario se establecerá algún área de almacenamiento de sustancias y/o de combustible debidamente provistas para evitar fuga de residuos peligrosos y obtener los permisos necesarios ante las autoridades federales, con la finalidad de cumplir con la legislación vigente y firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Control de sustancias derivadas de petróleo</i>	<p>La supervisión de obra deberá confirmar el buen uso de las sustancias derivadas de petróleo, y registrar evidencia fotográfica.</p> <p>No debe haber contaminación de suelo por derrames.</p> <p>Debe haber una bitácora de accesos al almacén de sustancias derivadas de petróleo.</p> <p>Se contarán con registros de los volúmenes manejados por tipo de sustancia.</p>
11	La empresa constructora estará obligada a contratar una empresa	<i>Evitar vertimientos de combustible</i>	La empresa constructora deberá entregar un manual de operación en



	Estrategia	Objetivo	Formas de comprobar
	<p>autorizada por la SEMARNAT para recolectar, transportar y confinar los residuos generados. En caso de ser necesario se establecerá algún área de almacenamiento de sustancias y/o de combustible debidamente provistas para evitar fuga de residuos peligrosos y obtener los permisos necesarios ante las autoridades federales, con la finalidad de cumplir con la legislación vigente y firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.</p>	<p><i>sobre el suelo o cuerpos de agua</i></p>	<p>donde indique los lugares estratégicos de recarga de combustible, mismos que deberán estar acorde a los lineamientos aquí indicados. La supervisión de obra deberá estar atenta al manejo del combustible y registrar en bitácora los días, horas y ubicación donde haya tomado lugar. Posterior a la recarga deberá asegurarse que no haya vertimientos. En dado caso de haber vertimientos deberá asentarlos en bitácora, hacer registro fotográfico, proceder a coleccionar el suelo y almacenarlo para su posterior disposición, e informar a los responsables de dicho problema. Además, deberá dar una alternativa para que tales elementos no se vuelvan a presentar.</p>

### VI.6.9 Reducción de la perturbación por ruido

**Tabla VI-21. Estrategias de mitigación para la Reducción de la perturbación por ruido.**

	Estrategia	Objetivo	Formas de comprobar
1	<p>La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.</p>	<p><i>Regulación de emisiones de ruido</i></p>	<p>La supervisión de obra deberá, a partir de sus rondines en los frentes de trabajo, evaluar si el mantenimiento de la maquinaria es adecuado por medio de un trabajo eficiente con bajas emisiones sonoras. De no ser así, deberá solicitarse que dicha maquinaria sea arreglada.</p>
2	<p>La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.</p>	<p><i>Regulación de la velocidad</i></p>	<p>La supervisión de obra deberá estar atenta de que los vehículos no excedan de este límite de velocidad. En dado caso de exceder, deberá levantar un reporte y comunicarlo con los superiores con el fin de que recuerden, y en dado caso de reincidencia, que se penalice a los responsables.</p>

## VI.6.10 Reducción de polvo

**Tabla VI-22. Estrategias de mitigación para la Reducción de polvo.**

	Estrategia	Objetivo	Formas de comprobar
1	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Cubrir las unidades de transporte de materiales con lonas o similar</i>	La empresa constructora deberá solicitar a las empresas subcontratadas que cuenten con camiones adaptados para poder cubrir los materiales transportados. La supervisión de obra deberá asegurarse que se estén siguiendo dichos lineamientos. Se deberá evidenciar con fotografías la implementación de tales medidas, y cuando éstas no sean cumplidas, se deberá avisar a los responsables indicando número de placas, y posibles reincidencias.
2	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Límite de velocidad de 35 km/h</i>	La supervisión de obra deberá estar atenta de que los vehículos no excedan de este límite de velocidad. En dado caso de exceder, deberá levantar un reporte y comunicarlo con los superiores con el fin de que recuerden, y en dado caso de reincidencia, que se penalice a los responsables.
3	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Reducir la generación de polvo</i>	La empresa constructora deberá solicitar a las empresas subcontratadas que cuenten con camiones adaptados para poder cubrir los materiales transportados. La supervisión de obra deberá asegurarse que se estén siguiendo dichos lineamientos. Se deberá evidenciar con fotografías la implementación de tales medidas, y cuando éstas no sean cumplidas, se deberá avisar a los responsables indicando número de placas, y posibles reincidencias.
4	La empresa constructora firmará un acuerdo en el que se responsabilice de la implementación de las medidas respectivas.	<i>Empleo de las terracerías y vialidades habilitadas que actualmente están en uso</i>	La empresa constructora deberá estar atenta en la planeación del proceso constructivo. En el que se distingan los sitios de inicio de obra, así como sus accesos, con tal de no generar terracerías nuevas, y siempre con el fin de ocupar las actualmente presentes y no desmontar vegetación. Se deberá presentar en cartografía los procesos de obra y los accesos locales.

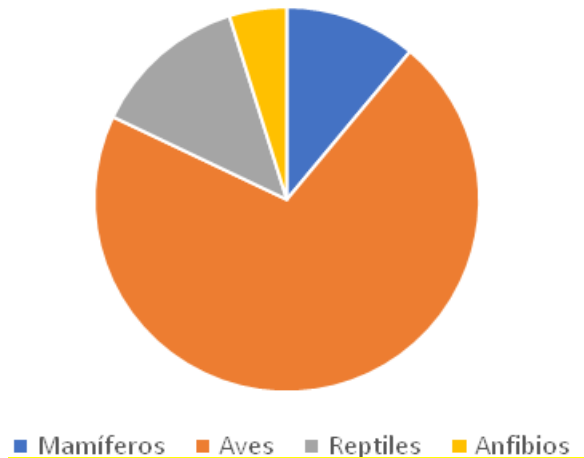
## VI.7 Programas ambientales de rescate de las especies de importancia biológica

### VI.7.1 Programa de rescate y reubicación de fauna identificada en campo

Para poder entender los procesos de afectación que pudieran derivarse por la implementación del proyecto, y por un principio precautorio, particularmente de las especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 se hizo un listado de especies potenciales presentes en el SAR. Este listado se basó en una revisión de literatura especializada (ver Capítulo VIII).

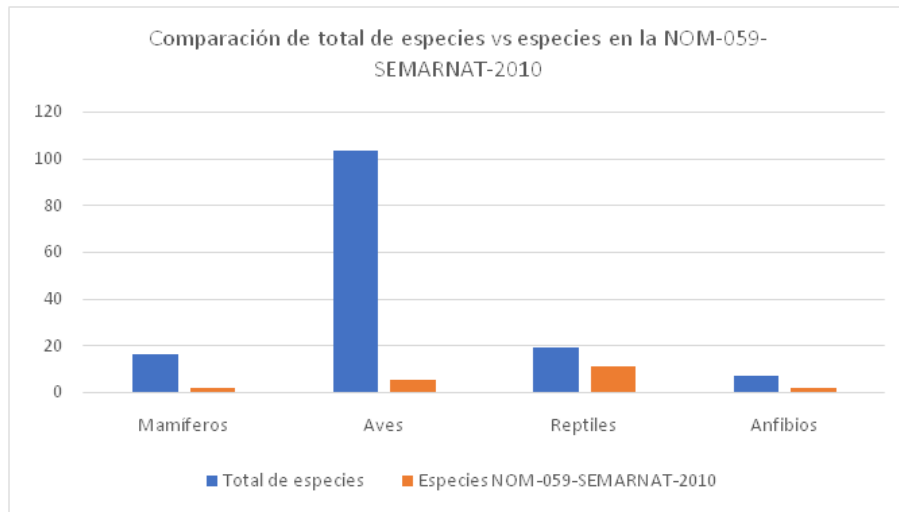
Dentro del SAR se estima la existencia de 145 especies potenciales de vertebrados distribuidos de la siguiente manera: 16 especies de mamíferos, 103 especies de aves, 19 especies de reptiles y 7 especies de anfibios (siguiente Figura).

Especies Potenciales de Fauna



**Figura VI-11. Composición de la presencia de especies potenciales de vertebrados.**

Del total de la lista de los vertebrados potenciales en el SAR 20 especies se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (siguiente Figura).



**Figura VI-12. Número de especies potenciales por grupo de vertebrados y número de especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

*Especies en alguna categoría de riesgo dentro del Sistema Ambiental Regional*

De los 16 mamíferos reportados, 2 se encuentran en la categoría de Amenazadas (A). De las 103 aves que se reportan, 3 especies están en la categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr) y 2 especies en la categoría en Peligro de Extinción (P). En cuanto a las 19 especies de reptiles se reportan 6 en la categoría de Amenazadas (A) y 5 en la categoría de Sujetas a Protección Especial (Pr). Por último, en el caso de los anfibios sólo se reportan 7 especies, de las cuales 1 está en la categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr) y 1 en la categoría de Amenazadas (A) (siguiente Tabla).

**Tabla VI-23. Listado de especies potenciales (nombre científico y común) de vertebrados terrestres presentes en el SAR y su categoría de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010
<b>Clase Mammalia</b>		
Tuza del eje neovolcánico	<i>Cratogeomys fumosus</i>	A
Murciélago trompudo	<i>Choeronycteris mexicana</i>	A
<b>Clase Amphibia</b>		
Rana Leopardo de Moctezuma	<i>Lithobates montezumae</i>	Pr
Rana de Tláloc	<i>Lithobates tlalci</i>	P

Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010
<b>Clase Reptilia</b>		
Tortuga pecho quebrado pata rugosa	<i>Kinosternon hirtipes</i>	Pr
Tortuga pecho quebrado mexicana	<i>Kinosternon integrum</i>	Pr
Camaleón de montaña	<i>Phrynosoma orbiculare</i>	A
Lagartija espinosa del mezquite	<i>Sceloporus grammicus</i>	Pr
Culebra terrestre dos líneas	<i>Conopsis biserialis</i>	A
Alicante	<i>Pituophis deppei</i>	A
Culebra de agua nómada mexicana	<i>Thamnophis eques</i>	A
Culebra de agua de panza negra	<i>Thamnophis melanogaster</i>	A
Culebra listonada de montaña cola larga	<i>Thamnophis scalaris</i>	A
Cascabel ocelada	<i>Crotalus polystictus</i>	Pr
Cascabel pigmea mexicana	<i>Crotalus ravus</i>	Pr
<b>Clase Aves</b>		
Pato real	<i>Cairina moschata</i>	P
Gavilán de Cooper	<i>Accipiter cooperii</i>	Pr
Aguililla rojinegra	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Pr
Perico frente naranja	<i>Eupsittula canicularis</i>	Pr
Loro cabeza amarilla	<i>Amazona oratrix</i>	P

Sujetas a Protección especial (Pr) Amenazadas (A) y en Peligro de extinción (P). Con el símbolo -- se indican las especies que no están en ninguna categoría de protección.

*Especies en alguna categoría de riesgo dentro de la zona del trazo*

**Tabla VI-24. Listado de las especies registradas dentro del Trazo vs. SAR y su categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en la Lista Roja de la UICN de los 4 grupos de vertebrados terrestres.**

Nombre común	Nombre científico	Dentro del Trazo	Fuera del Trazo	NOM-059-SEMARNAT-2010
<b>Aves</b>				

Nombre común	Nombre científico	Dentro del Trazo	Fuera del Trazo	NOM-059-SEMARNAT-2010
Pato mexicano	<i>Anas diazi</i>		✓	A
Aguililla rojinegra	<i>Parabuteo unicinctus</i>	✓		Pr
Perico frente naranja	<i>Eupsittula canicularis</i>		✓	Pr

En la penúltima columna se indica las especies que están en alguna categoría de riesgo a nivel nacional: Sujetas a Protección especial (Pr) Amenazadas (A) y en Peligro de extinción (P). Con el símbolo ✓ se representa si la especie fue registrada dentro o fuera del Trazo. Con el símbolo – se indican las especies que no están en ninguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

### Objetivos

#### Objetivo General

Este programa de rescate y reubicación de fauna silvestre tiene como objetivo el asegurar la supervivencia de especies nativas con principal énfasis en especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, especies endémicas y especies de lento desplazamiento durante todas las fases previas a la de funcionamiento.

#### Objetivos particulares

- Evitar la muerte accidental y/o intencional de especies de fauna silvestre, con principal énfasis en las especies de la norma.
- Rescatar a los individuos de fauna silvestre que pudieran estar en alguna clase de riesgo por el proceso propio de la preparación de sitio, y construcción del proyecto, sin importar su estatus de conservación.
- Reubicar a los individuos de fauna silvestre que pudieran ser afectados por el proceso propio de la obra, sin importar su estatus de conservación.

### Fases del programa

A continuación, se describen las acciones particulares que deberán realizarse para cumplir con el objetivo propuesto. Para efectos prácticos, las actividades han sido agrupadas en cinco etapas. Estas etapas y sus acciones fueron definidas de manera tal que éstas puedan realizarse de manera simultánea durante las primeras fases de la obra, y previas a ellas. A continuación, se describe cada una de las actividades por etapa.

#### Preparativos

Los preparativos del programa incluyen las acciones relativas a:

- a. Estudio prospectivo del predio
- b. Definición de criterios de selección de las especies a rescatar y reubicar
- c. Integración y preparación de las brigadas de rescate
- d. Preparación de material y equipo
- e. Selección del sitio probable de liberación de los individuos a rescatar

#### Estudio prospectivo del predio

El primer paso para garantizar el éxito del cualquier proyecto es el previo conocimiento del sitio de trabajo para lo cual se contará con mapas y GPS que incluyan el trazo donde se realizará el proyecto. Este previo reconocimiento del sitio ayuda para la toma de medidas necesarias para los diseños de trabajo que sean eficientes. El estudio prospectivo también ayuda al conocimiento de la parte logística que involucrará los tiempos de traslado entre los diferentes puntos donde se realizarán los rescates y la liberación de fauna para garantizar su sobrevivencia.

#### Definición de criterios de selección de especies a rescatar

La fauna responde diferencialmente a las alteraciones en el medio ambiente, durante una perturbación y después de ella. Por ende, la fauna reaccionará dependiendo del comportamiento propio de la especie, su grado de movilidad, el estado físico en el que se encuentre y el tipo y velocidad en que se presenta la perturbación. Algunas especies altamente móviles como aves y mamíferos voladores, medianos y grandes pueden trasladarse a sitios con mejores condiciones; sin embargo, su traslado también depende de la rapidez con que se producen los cambios en el ambiente. Los criterios de selección que utilizaremos serán especies enlistadas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, especies endémicas y/o especies nativas de lento desplazamiento que se registraron en el proyecto.

#### Integración y preparación de las brigadas de rescate

Respecto de la integración de las brigadas de rescate, es importante mencionar que con la finalidad de ejecutar el rescate en el menor tiempo posible y no interferir con el programa general de trabajo del proyecto, se deberán de conformar diferentes brigadas de rescate con capacidad de desarrollar el trabajo en un plazo máximo de 15 días previo al inicio del desmonte. Cada brigada estará

integrada por al menos tres personas: un especialista con conocimientos y experiencia en manejo de fauna silvestre; así como dos asistentes de campo que han sido previamente capacitados en el manejo de los ejemplares a rescatar y reubicar. La capacitación de los asistentes consistirá en mostrar técnicas de búsqueda y manejo de ejemplares capturadas a rescatar, toma de datos en bitácoras de registro.

La preparación del material y equipo consistirá en disponer de las herramientas necesarias e indispensables para el trabajo, tanto individual, como para el objeto del operativo. Por lo cual cada brigada de trabajo deberá contar con un juego del siguiente material y equipo:

- 30 sacos de lona o yute con cordel de amarre y dimensiones suficientes para contener temporalmente ejemplares de hasta un metro de longitud.
- Cordel de algodón o lazo delgado.
- Recipientes de plástico de distintas dimensiones.
- GPS.
- Vehículo de traslado.
- Cámaras fotográficas.
- Tablas de plástico y madera para bitácoras.
- Guantes de carnaza.
- Trampas Sherman.
- Trampas Tomahawk.
- Gancho y pinzas herpetológicos.
- Extractor de veneno.

Este equipo mínimo es el que deberá de contar cada una de las brigadas durante el programa de rescate y reubicación de fauna.

#### *Rescate de fauna*

Con dos semanas de anticipación se realizará una búsqueda de ejemplares de reptiles y mamíferos pequeños, enfocándose en las especies en la NOM y endémicas. Esta anticipación en la búsqueda de fauna silvestre tiene como fin el desplazar a los individuos de baja movilidad, y no someterlos al estrés del ruido propio del proceso de desmonte y el constructivo. Así también, una vez finalizados



los trabajos de rescate inmediatamente después se inicien los trabajos de obra, evitando con ello la recolonización de otros individuos de fauna.

La búsqueda de los individuos se realizará de manera planificada y sistemática conforme a un diseño que asegure una inspección completa dentro del trazo y de su área inmediata de influencia. Para ello, la superficie del terreno se dividirá en subtramos que cubran un área de 250 metros de cada lado del trazo. Todos los subtramos serán revisados (barridos) por cada brigada conforme a una planeación que, de manera natural, evitará la interferencia de los grupos de trabajo y maximizando los esfuerzos de trabajo.

La búsqueda de reptiles se programará en dos horarios el primero diurno, preferentemente desde el amanecer 9:00 hasta alrededor de las 14 h, y el segundo con un horario nocturno iniciando a las 18 y 3:00 h. Estos horarios para cubrir los horarios de las especies diurnas y nocturnas. En general los reptiles terrestres se pueden encontrar en refugios naturales, tales como troncos podridos, volteando rocas y troncos debajo de corteza o ramas de árboles, palmas y arbustos que se encuentren amontonadas, hojarasca base de árboles, etc. Es recomendable al momento de realizar la búsqueda, la utilización de guantes de carnaza para evitar raspaduras o piquetes de insectos, arañas o alacranes que se pueden encontrar en esos refugios o la utilización de ganchos de herpetológicos para voltear rocas y troncos. Para su traslado, se deberán colocar en bolsas de manta o materiales similares, que tengan una dimensión de 50 X 100 cm, introduciendo primero la parte posterior (cola), y después soltando la cabeza, la bolsa se doblará y se amarrarán en el extremo. Cabe señalar que ningún ejemplar de fauna, ni mucho menos de reptiles, deberán introducirse en bolsas de plástico, a fin de evitar su asfixia. En el caso de anfibios pequeños, su traslado se realizará en botes de plástico con respiradero (tipo saleros).

Para el caso de mamíferos medianos y pequeños se utilizarán trampas Sherman y Tomahawk las cuales serán instaladas por la tarde, una hora antes de oscurecer, entre las 18 y 19 h y las trampas serán revisadas en las primeras horas del día siguiente, entre las 7:00 y 8:00 am. Para cebar las trampas Sherman se utilizará una mezcla de avena, crema de cacahuete y vainilla y para las trampas Tomahawk se utilizará sardina.

Una vez capturado el individuo de cualquier especie se tomarán los datos que deberán incluir el sitio en coordenadas geográficas donde fue capturado, fecha de captura, edad aproximada, sexo, estado general al ser capturado, observaciones generales y un registro fotográfico. Cada animal se identificará con un código numérico en la bitácora y una etiqueta dentro del saco. En todo momento se manipulará a los animales de forma cuidadosa, evitando dañarlo y someterlo a estrés innecesario. El ejemplar será posteriormente colocado dentro del saco, cuidando de no lastimarlo. La boca del saco deberá anudarse o atarse con cordel. Todos los ejemplares capturados deberán trasladarse el mismo día que fueron capturados al sitio previamente definido para reubicarlo. Es importante señalar que ningún ejemplar de fauna y mucho menos reptiles deberán introducirse en bolsas de plástico, a fin de evitar su asfixia. Ninguna bolsa o recipiente que contenga un ejemplar en su interior deberá permanecer expuesto al sol directo. El sobrecalentamiento es mortal para estos animales.

Previo al inicio de desmonte, se deberán reforzar los esfuerzos de minimizar las afectaciones a la fauna de baja movilidad por medio de la generación de ruido para el ahuyentamiento. Además, habrá una brigada por frente de trabajo que estarán frente a la maquinaria para estar al pendiente de las observaciones de individuos de fauna los cuales serán ahuyentados, y de re-incidir su presencia en la zona de obra, se atraparán para reubicarlos de acuerdo a las recomendaciones previas.

Finalmente, es muy importante que previo a la puesta en marcha del plan de rescate y relocalización de ejemplares de reptiles contar con una estrategia de emergencia en caso de accidente por mordedura de especies venenosos. Este plan de emergencia deberá ser diseñado y coordinado por personal con experiencia en este tipo de eventos.

#### *Traslación de fauna capturada*

La liberación de los animales en el área seleccionada deberá realizarse el mismo día de la captura, buscando los sitios más adecuados y similares al hábitat de la especie. Los ejemplares se extraerán de los sacos o cajas de plástico; y en el caso de las lagartijas o iguanas se liberarán de las patas de haber sido sujetadas. Se colocarán sobre el suelo y se les permitirá alejarse libremente. En el caso de los roedores pequeños se liberaron en base de troncos que cuenten con orificios o zonas de rocas que les permita refugiarse mientras se establezcan. Los tiempos máximos que deberán estar los ejemplares en sacos serán de 2 a 4 h.

Los ejemplares que sean capturados deben transportarse por separado (aún los de especies gregarias), cada uno en sacos separados para los casos de serpientes u lagartijas mientras que para los anfibios pueden ser transportados en botes de plástico con respiraderos y para los pequeños roedores en sacos de manta.

#### *Recomendaciones particulares para Herpetofauna*

Para localizar reptiles, es necesario realizar una búsqueda intensa y recorrer largos trayectos buscando en todos los lugares posibles:

- Entre el follaje.
- Bajo piedras y troncos de árboles caídos.
- Entre la hojarasca.
- Dentro de las copas de las plantas.
- Sobre troncos y ramas.

En cuanto a la transportación de los ejemplares, es importante que el responsable o encargado mencione las siguientes recomendaciones a los trabajadores. La transportación deberá ser realizada lo más rápido y tranquilamente posible. Los ejemplares deben transportarse por separado (aún los de especies gregarias), cada uno en una jaula, en caso de serpientes y anfibios pueden ser transportados en bolsas de tela o costales individuales.

#### *Recomendaciones particulares para Mamíferos*

Es necesario empezar la preparación del sitio con maquinaria pequeña, que ocasione una gran cantidad de ruido, como motosierras, días antes de introducir en el predio la maquinaria pesada para que la fauna que se pueda desplazar por sus propios medios se aleje del sitio del proyecto. Sin embargo, puede quedar fauna rezagada, principalmente porque se conocen especies que tienen establecidos sus ámbitos hogareños, por lo que se contempla su captura y translocación en caso de detectarse alguno de estos individuos.

Trampas Tomahawk. Estas trampas sirven para la captura de animales de tamaño medio a grande, tales como zorros, mapaches, y felinos pequeños. Para que estas trampas puedan atraer a los animales, se utilizan cebos muy olorosos como sardinas. Estas trampas se colocan al anochecer en sitios en los que previamente se identificaron huellas y rastros del paso de los animales, así como

en zonas cercanas a fuentes de agua. En el caso de mamíferos medianos que sean capturados en trampas Tomahawk se recomienda transportarlos en esas mismas jaulas.

En cuanto a la transportación de los ejemplares, es importante que el responsable o encargado mencione las siguientes recomendaciones a los trabajadores.

- Los ejemplares deben transportarse por separado (aún los de especies gregarias), cada uno en una jaula. La tensión del viaje puede provocar peleas entre ellos, por lo que esta medida anula toda posibilidad de que se lastimen entre ellos.
- Cuando sea necesario, se deberá suministrar tranquilizantes a los animales antes de transportarlos. El movimiento del vehículo, la manipulación y la ansiedad, suelen ser causa de estrés.
- Las jaulas de transporte deben ser cerradas (para algunas especies es recomendable que posean una ventana hecha con malla metálica), con sistema de aireación, provistas de patas o un pie en su base, puerta (las corredizas son más seguras que las que tienen bisagras) con seguro, y manijas para su traslado.
- Las medidas de las jaulas deben permitir ingresar y permanecer cómodamente a los animales que se desean trasladar, así como también su fácil manipulación.
- Cuando se transporten varias jaulas, se deberá acolchar las superficies para evitar que se golpeen.

#### *Control de Fauna Nociva*

Durante el desarrollo del proyecto se identificarán especies que puedan ser consideradas como fauna nociva (perros, gatos, ratones domésticos, ratas domésticas) que pudieran afectar especies que se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 lo cual garantizaría pérdidas de ejemplares de anfibios, reptiles y mamíferos endémicos o en alguna categoría de riesgo.

#### *Monitoreo de Fauna*

Para concluir el éxito del Programa de Manejo integral de la fauna es necesario establecer un monitoreo previo y posterior a la liberación de la fauna traslocada y liberada, para ello se han definido las siguientes acciones de monitoreo:

- Evaluar la calidad del hábitat considerando los recursos disponibles para la fauna, previo al proceso de traslocación. Esto consiste en la identificación de especies de flora, índices de diversidad florística, cobertura de dosel, conservación de suelo, entre las más significativas.
- Evaluar mediante un monitoreo las abundancias de especies presentes en los sitios de liberación previo a la traslocación. Esta evaluación deberá hacerse durante un año, una vez cada trimestre. Este monitoreo tiene como fin el conocer las condiciones naturales del futuro sitio de liberación.
- A partir de los monitoreos, antes y después de la traslocación, será necesario hacer un análisis de la información para entender los efectos de las traslocaciones de las especies, como son la reintegración de especies silvestres actualmente ausentes y la redensificación de especies naturales, y con ello medir el éxito del rescate.

#### *Medidas preventivas de protección ambiental*

Las medidas de protección ambiental que a continuación se indican serán observadas por las empresas contratistas responsables de la construcción de las obras, en las distintas etapas de ejecución del proyecto. Previamente al inicio de los trabajos de preparación y construcción en el predio, los empleados de las empresas contratistas deberán ser capacitados e informados sobre la obligatoriedad de cumplir con todas las medidas de protección ambiental. Las empresas contratistas mantendrán una supervisión permanente del cumplimiento de las medidas que se indican a continuación, mientras duren los trabajos para los cuales han sido contratados.

- Se prohibirá estrictamente a todo el personal realizar la caza o captura de cualquier animal que no sea la prevista por este programa por parte de especialistas en la materia.
- En caso de que durante las actividades de preparación del sitio (despalme, desmonte y nivelación) se encontrara algún animal en el sitio, se deberá dar aviso de inmediato a las brigadas para que sea capturado y relocalizado en el predio ya previsto.
- El trabajo de preparación del sitio deberá atender a un modelo secuencial de intervención del terreno, que permita que los animales que aún se encuentran presentes se desplacen por sus propios medios, evitando su caza, captura o daño.

#### *Documentación de acciones*

Todo el proceso de desarrollo del programa deberá quedar debidamente documentado. El registro fotográfico será requerido durante la captura y liberación de ejemplares. Las bitácoras de rescate se llenarán de acuerdo con el formato del Anexo I que se encuentra al final de este programa y deberán resguardarse como parte del expediente interno del programa. Al finalizar el desarrollo del programa, el coordinador responsable se encargará de elaborar un informe completo de las actividades realizadas, en el que se describa la totalidad de las actividades y conste el número de individuos rescatados, su especie, sexo y medidas; el plano que identifique las coordenadas de los sitios de captura; así como una descripción general del sitio al cual fueron entregados o liberados. Dicho informe se complementará con el registro fotográfico y copia de los documentos oficiales relacionados con las consultas y autorizaciones obtenidas.

## ANEXO I. DOCUMENTACIÓN DE ACCIONES

### FORMATO: FICHA TÉCNICA (rescate de fauna)

No: \_\_\_\_\_

FECHA	Nombre científico:	Nombre común:

Estado del ejemplar rescatado:		
Ubicación inicial: Coordenadas	W	N
Ubicación final: Coordenadas	W	N
Medio dónde se localizó:		
Observaciones:		

RESCATÓ \_\_\_\_\_

SUPERVISÓ \_\_\_\_\_

## VI.7.2 Programa de rescate y reubicación de flora identificada en campo

### Objetivo

1. Definir las estrategias, metodologías y cronograma de actividades a utilizarse para llevar a cabo el rescate, colecta y reubicación de la flora silvestre en el proyecto.

### Criterios de selección de especies a rescatar

Se determinó realizar el rescate y reubicación de las especies de flora presentes en el predio, teniendo en cuenta dos criterios:

**Tabla VI-25. Listado de las especies registradas en el área del proyecto vs. SAR y su categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en la Lista Roja de la UICN.**

No.	Nombre Científico	Nombre Común	En el área del proyecto	En el SAR	NOM-059-SEMARNAT-2010	Lista Roja de la UICN
1	<i>Distichlis spicata</i>	Pasto salado	✓	✓	--	LC
3	<i>Hordeum jubatum</i>	Cebada Cimarrona	✓	✓	--	LC
3	<i>Portulaca oleracea</i>	Verdolaga	✓		--	LC

Categoría de Lista roja de la IUCN registradas en el sitio de estudio: LC = bajo riesgo.

### Metodología contemplada para llevar a cabo las acciones de rescate

A continuación, se describe el proceso a realizar para llevar a cabo el rescate de flora considerando los siguientes pasos:

#### Delimitación de las áreas de trabajo

Las zonas donde se pretende realizar el rescate de especies corresponden a las zonas de desmonte (áreas de afectación) del proyecto, por lo que, estas áreas estarán ubicadas geográficamente, donde se realizarán recorridos sistemáticos con la finalidad de registrar todos y cada uno de los elementos propuestos a rescatar.

#### Identificación y señalización

En esta etapa, se realizará el registro y señalamiento de los individuos a rescatar, personal entrenado realizará recorridos sistemáticos por la zona de trabajo, mediante la utilización de cintas de plástico de color rojo o naranja fluorescente se procederá a señalar los individuos a ser rescatados. En una bitácora se registrarán los datos necesarios para el control y seguimiento de las



actividades de rescate (Fecha, Nombre Científico, Nombre común, vigor, estado fenológico y observaciones generales). Para ayudar en la caracterización e identificación se anexan fichas descriptivas de las especies propuestas para rescate.

#### Desmante manual selectivo

Una vez identificados los elementos a rescatar se realizará un desmante manual selectivo, utilizando “Machetes”, de las especies herbáceas y arbustivas que no serán rescatadas para permitir realizar las siguientes actividades con una mayor facilidad y efectividad.

#### Selección y ubicación del sitio de confinamiento temporal

El sitio de acopio se elegirá al momento de realizar las actividades de rescate, el cual dependerá de la cantidad de individuos y de las características propias de cada especie para resistir el trasplante. El sitio por elegir para confinamiento temporal deberá cumplir con lo siguiente:

- Proporcione protección a la luz directa del sol, pudiendo ser bajo el dosel de árboles de porte grande o con copa densa o de manera artificial con el apoyo de la construcción rústica de techos o medias aguas con material disponible como hojas de palma, arbustos, plástico o lona.
- Sea accesible de ser posible donde pueda llegar vehículo de carga para realizar la carga y transporte de individuos a rescatar.
- Cercano a una fuente de agua o accesible para proporcionar riegos en caso de ser necesarios.

Los individuos por rescatar se depositarán en este sitio transportando los elementos vegetales con el apoyo de costales, lona, carretillas, cajas de madera, manualmente conforme a las dimensiones de los individuos, distancia y camino a transitar.

Las plantas durarán en este sitio aproximadamente de 3 a 6 días para que logren cicatrizar las posibles heridas que hayan sufrido durante la etapa de extracción; y puedan posteriormente ser reubicadas.

#### Extracción

Las técnicas utilizadas para la extracción de los individuos a rescatar dependen de diferentes variables: Tamaño, Estado actual (vigor) y características biológicas de la especie. Es importante señalar que cualquiera que sea la técnica que se va a utilizar para realizar la extracción, así como el manejo de las plantas, es necesario la utilización de equipo de seguridad individual (guantes de gamuza o piel, botas y vestimenta de trabajo, ropa ajustada y gafas protectoras) con la finalidad de proteger tanto al trabajador como a las mismas plantas. Dichas técnicas se describen a continuación:

- Es habitualmente utilizado en individuos de portes bajos, y es recomendable para el caso de especies con sistema radicular pivotante o poco desarrollado. Esta técnica se efectúa llevando a cabo los pasos siguientes:
- Se realiza una excavación, utilizando pico y pala, de forma circular alrededor de la planta a ser extraída, cuidando no ocasionar daños al sistema radicular.
- La profundidad de la excavación estará en función del tamaño y especie que se desea extraer.
- Aflojando un poco la tierra alrededor de las raíces de la planta, manualmente se liberan estas de tierra.
- Para un mejor manejo, y siempre y cuando sea necesario, se realizará una poda aérea de baja intensidad (menos del 30% del follaje total), con la finalidad de eliminar el follaje en mal estado; además se debe realizar una poda radicular para facilitar la reubicación; en individuos de porte alto se recomienda dejar una raíz de 60 a 90 cm de longitud para garantizar una mayor sobrevivencia, mientras que en individuos de porte pequeño con 20 cm es suficiente. Ambas podas se realizarán utilizando herramientas adecuadas (Tijeras podadoras) que permitan un corte limpio y no “estresen” más a la planta.
- Las raíces se protegerán cubriendo con algún material tal como costal para tal fin.
- Aquellas especies que no toleren la extracción a raíz desnuda se embolsarán en bolsa forestal (plástico negro) de dimensiones proporcionales al tamaño de los individuos para su traslado y trasplante. Para mejorar la sobrevivencia de las especies, se aplicará enraizador (radix) y agua suficiente hasta su establecimiento.
- No se trasplantarán árboles con problemas fitosanitarios graves, ya que la probabilidad de que sobreviva es baja.

- La magnitud de la poda previa a la reubicación será evaluada por el especialista, de acuerdo con las características del follaje al momento del trasplante y del tipo de especie.
- Los árboles seleccionados no tendrán una altura mayor a 3 m., y el grosor del tronco no será mayor de 10 cm a la altura del pecho.

#### Transporte

Una vez realizada la extracción se procede a transportar las plantas hacia el área definida. Utilizando costales, lona o inclusive periódico para proteger la raíz de la planta extraída (en el caso de que sea a raíz desnuda). Los medios de transporte utilizados serán carretillas, cajas de madera y; cuando la distancia lo requiera, camionetas del tipo pick up o triciclos motorizados.

#### Reubicación

En el sitio seleccionado para realizar la siembra o plantación, se realizarán cepas de dimensiones adecuadas al tamaño de las plantas con la ayuda de pico y pala. La distribución y distancia entre plantas se seleccionará de manera arbitraria buscando representar la distribución natural de donde provienen los elementos rescatados.

#### Riesgos de auxilio

Dos a cuatro días posteriores a la plantación (dependiendo de la humedad disponible y lluvia), se llevarán a cabo riegos de auxilio diarios para asegurar la sobrevivencia deseada al menos por 1 mes; en el caso específico de las cactáceas y plantas de tallo carnoso; mientras que en otras especies (leñosas) los riegos se aplicarán inmediatamente después de realizado el trasplante; todo esto durante el primer mes. Posteriormente estos riegos se podrán realizar semanalmente durante tres meses al menos.

#### Reubicación final

Las áreas de reubicación final serán aquellas disponibles seleccionadas, zonas de conservación que considera el proyecto y áreas verdes o jardinadas del mismo. Estas áreas tendrán preferentemente, definido un uso de protección o conservación donde se garantice el buen desarrollo de las especies rescatadas y su mantenimiento. Así también podrán ser reintegradas en los camellones considerados para el proyecto.

### VI.7.3 Acciones de mantenimiento

El mantenimiento a las áreas de disposición final consistirá en las siguientes acciones:

- Riegos de por lo menos una vez a la semana durante la época de estiaje.
- Se eliminarán las malezas alrededor del cepellón de cada árbol plantado a fin eliminar la competencia con otras especies.
- De igual manera se colocarán señalamientos que prohíban el acceso, daño o eliminación de la vegetación.
- Finalmente, se deberá tener una bitácora donde se registren las diversas actividades de la plantación que se vayan realizando, la cual contendrá también una evaluación sobre nivel de supervivencia, datos de crecimiento de las especies, estado de la plantación, resistencia a plagas y enfermedades, etc., para corregir deficiencias de la actividad y mejorarlas.

#### *Programa de trabajo y cronograma de actividades*

El desarrollo y construcción del proyecto se pretende realizar de manera paulatina en un periodo de 1 año, por lo que la ejecución del presente programa se realizará en dos etapas.

##### Fase 1. Preparación del sitio y apertura de vialidad:

Los trabajos comenzarán con el rescate y reubicación de las especies de flora que estén en la NOM-059-SEMARNAT y aquellas consideradas como de importancia ecológica, para seguir después con la remoción total de la vegetación sobre la vialidad interna mediante el empleo de herramientas menores (hachas y machetes).

##### Fase 2. Construcción y operación:

Al igual que en la primera fase, previo al desmonte al interior de la zona del proyecto en el camellón central y entronques, se llevará a cabo un programa de rescate, colecta y reubicación de flora en las áreas ajardinadas, para posteriormente continuar con un desmonte con machete y finalizando con la etapa de construcción y operación.

### VI.8 Programa de conservación de suelos

Para la prevención de la erosión por la remoción de la cubierta vegetal, esta se realizará en zonas específicas, donde sea necesario. Esta medida evitará no sólo la destrucción de las comunidades vegetales y hábitats, sino también disminuirá la erosión del suelo. Será obligación del contratista

realizar el riego temporal necesario en los suelos descubiertos por causas imputables al desmonte por el proyecto, a fin de evitar aumento en la erosión eólica de suelos y evitar contaminación de la atmósfera. En las áreas propensas a la erosión se proponen obras como lavaderos, cunetas y bordillos, los cuales modifican los procesos de erosión y sedimentación al recolectar el agua de los escurrimientos que confluyen a la obra y la encauzan hacia corrientes con drenaje.

Par evitar la pérdida del suelo removido, este se almacenará junto con los restos de la cubierta vegetal productos del despalle y desmonte, de las excavaciones y movimiento de tierras serán apiladas provisionalmente en las áreas correspondientes al derecho de vía. Posteriormente servirán para cubrir taludes en cortes y terraplenes, proporcionando un estrato de materia orgánica que además de evitar la erosión del suelo, contribuirá al establecimiento de especies pioneras que a su vez fomentarán la protección de taludes de terraplenes. Los excedentes serán dispuestos en lugares autorizados por las autoridades municipales. Debe evitarse mezclar el suelo orgánico, para que este sea nuevamente colocado al concluir la construcción y ser aprovechado en actividades de reforestación.

#### *Medidas de prevención de contaminación del suelo*

Para evitar la contaminación del suelo por productos derivados de la maquinaria usada durante la preparación y construcción de la obra se colocarán contenedores con tapa para residuos sólidos. Se considera que pese a que no habrá almacenes de combustibles y lubricantes, el contratista estará obligado a contratar una empresa autorizada por la SEMARNAT para recolectar, transportar y confinar los residuos generados por las actividades de mantenimiento de la maquinaria. Asimismo, la maquinaria debe estar afinada y en buen estado. En caso de ser necesario se establecerá algún área de almacenamiento de sustancias y/o de combustible debidamente provistas para evitar fuga de residuos peligrosos y obtener los permisos necesarios ante las autoridades federales, con la finalidad de cumplir con la legislación vigente.

Para comprobar que las acciones que se lleven a cabo, la empresa constructora tendrá una bitácora de obra en donde se indiquen las coordenadas y superficie del o los lugares de almacenamiento temporal. Se registrará con fotografías cada semana la situación de esos lugares. La supervisión de obra deberá verificar que no se están tirando otro tipo de residuos sólidos.

### *Las medidas de compensación ambiental*

Las medidas de compensación son acciones consideradas de indemnización, pago o prestación de servicio que se abona para reparar un daño o un perjuicio al ambiente ocasionado por la ejecución de una obra o actividad determinada. El suelo es un recurso natural considerado como no renovable debido a lo difícil y costoso que resulta recuperarlo o mejorar sus propiedades después de haber sido erosionado o deteriorado física o químicamente. De ahí la importancia de controlar su degradación (CONAFOR, 2007).

El reglamento de la LGDFS establece en su artículo 2, en su numerado X, lo siguiente:

*La conservación de suelos establece un conjunto de prácticas y obras para controlar los procesos de degradación de suelos y mantener su productividad. En sitio donde se pretende desarrollar el proyecto corresponde a una zona plana, cubierta en su mayoría por una zona urbana, por pastizales halófilos y áreas desprovistas de vegetación. Estas medidas se concentran en realizar acciones que eviten la degradación del suelo y erosión del suelo*

El suelo dominante es Solonchak, los cuales se caracterizan por ser de color café claro y/o blanquecinos, grisáceos o pardos. Se desarrollan en zonas con poca pendiente sobre materiales no consolidados y sujetos a inundación al menos en una temporada del año, donde se acumula salitre. Son suelos de origen lacustre. El drenaje es insuficiente, medianamente profundos (60 cm), con textura arcillo arenosa y franco arenosa y poseen menos del 1 % de materia orgánica (FAO, 2008, WRB, 2015 y INEGI, 2001).

Dada las características del tipo de suelo Solonchak, no es apto para labores agrícolas ni pecuarias, solo pueden establecerse algunos tipos de pastos resistentes a la salinidad, por lo cual son suelos fuertemente afectados por la erosión eólica. Por lo cual es necesario implementar la reforestación con especies de árboles, arbustos y pastos resistentes a las condiciones salinas y bajo condiciones de inundación temporal de las áreas de suelo descubiertas.

Existe el ejemplo del Plan Texcoco en la década de 1970, donde se implementó la reforestación mediante plantaciones de especies vegetales resistentes a la salinidad, con el fin de evitar la erosión eólica y con ello la formación de tolveneras que afectaban a la Ciudad de México. Además, de que manteniendo una capa vegetal adaptada a las condiciones edáficas (alta salinidad) y de

inundabilidad se evita la pérdida por la erosión eólica, además de disminuir la degradación de este, al permitir una interacción biológica planta-suelo.

El presente estudio pretende conservar el suelo disponible producto las actividades para la construcción de la carretera y realizar la protección y conservación en zonas destinadas como áreas verdes de la vialidad propuesta y entronques, a través de la construcción de obras y prácticas vegetativas para el control del arrastre de sedimentos, pérdida de suelo por erosión laminar y eólica.

A continuación, se describe el proceso a realizar para llevar a cabo la conservación de suelo considerando los siguientes pasos:

#### Delimitación de las áreas de trabajo y acopio

Una vez definidas las zonas de trabajo se desmontarán de manera manual o mecanizada. El suelo dominante es tipo solonchak, estos tienen una costra superficial con un espesor de tres a cuatro metros, que está constituida de materiales de relleno, consistentes en limos arenosos, de color café oscuro de consistencia media, con intercalaciones de arenas limosas. Superficialmente se localiza una capa de material vegetal, característico de las zonas de inundación. Cada 200 metros de distancia aproximadamente se realizará el acopio de tierra producto del despalme para su posterior carga y transporte al sitio de disposición final. Durante la carga de este material se realizará una preselección, quitando rocas y materia inorgánica, para dejar en la medida de lo posible tierra con materia orgánica. Las áreas donde se realizará el desmonte y el despalme se harán riegos con agua tratada para evitar la erosión eólica

#### Transporte

Una vez realizada la carga se procederá a transportar el material hacia el área predefinida para su uso o disposición. Los medios de transporte utilizados serán camiones Torton y en caso necesario en camionetas del tipo pick up.

#### Conservación de suelo

De manera alternativa a la recuperación de suelo orgánico a través del despalme, una vez realizada la preparación del sitio, en la etapa de construcción, en las zonas disponibles del proyecto, ya sea camellón central, áreas verdes y/o jardinadas de entronques, se propone realizar lo siguiente para proteger y conservar el suelo:

- Construir obras de retención y control de erosión hídrica/eólica y evitar la degradación del suelo.
- Establecer una capa de material edáfico y materia orgánica para realizar el trasplante y/o plantación de árboles, arbustos o pastos, adaptadas a las condiciones edáficas y climáticas.
- Plantar o sembrar árboles, arbustos y hierbas propios de la región, pudiendo ser también individuos producto del rescate y reubicación; de preferencia para promover su desarrollo y crecimiento y proporcione un paisaje agradable al usuario de la vialidad a construir.
- Proteger las zonas propuestas a conservar con material disponible o a través de la adquisición de material como postes de concreto y alambre de púa para evitar daños por actividades como pastoreo, extracción de leña para combustible, caza y senderos, entre otros.





Sistema de Autopistas, Aeropuertos, Servicios  
Conexos y Auxiliares del Estado de México

# Capítulo VII

---

DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
DEL SECTOR VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN  
MODALIDAD REGIONAL

PARA EL PROYECTO

“INFRAESTRUCTURA VIAL PARA INTERCONECTAR LA CALZADA  
IGNACIO ZARAGOZA Y LA AUTOPISTA PEÑÓN-TEXCOCO SOBRE  
EL PERIFÉRICO ORIENTE”

## ÍNDICE

CAPÍTULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	VII-4
VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto .....	VII-4
VII.1.1 Medio abiótico .....	VII-4
VII.1.2 Medio biótico .....	VII-6
VII.1.3 Medio socioeconómico.....	VII-11
VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto .....	VII-14
VII.2.1 Medio abiótico .....	VII-15
VII.2.2 Medio biótico .....	VII-16
VII.2.3 Medio socioeconómico.....	VII-17
VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección.....	VII-18
VII.3.1 Medio abiótico .....	VII-19
VII.3.2 Medio biótico .....	VII-20
VII.3.3 Medio socioeconómico.....	VII-21
VII.4 Integración del escenario con proyecto y medidas de mitigación de impactos ambientales .....	VII-22
VII.5 Evaluación de alternativas.....	VII-24
VII.6 Conclusiones .....	VII-25

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VII-1. Superficie de las coberturas/usos de suelo en el Sistema Ambiental Regional (2000, 2010 y 2021).....	VII-6
Tabla VII-2. Superficies de los usos urbanos en el Sistema Ambiental Regional (2000, 2010 y 2021). .....	VII-7



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VII-1. Uso/cobertura de suelo del Sistema Ambiental Regional en el año 2000. ....	VII-7
Figura VII-2. Uso/cobertura de suelo del Sistema Ambiental Regional en el año 2010. ....	VII-8
Figura VII-3. Uso/cobertura del suelo del Sistema Ambiental Regional en el año 2021. ....	VII-8
Figura VII-4. Crecimiento del área urbana en la Ciudad de México y su zona metropolitana desde la década de 1980 hasta el año 2018. ....	VII-9
Figura VII-5. Tendencia de la superficie (ha) de pastizal halófilo y uso urbano en el Sistema Ambiental Regional.....	VII-10
Figura VII-6. Crecimiento de la mancha urbana en el sistema ambiental.....	VII-12
Figura VII-7. Área urbana del sistema ambiental en el año 2000. ....	VII-13
Figura VII-8. Área urbana del sistema ambiental en el año 2010. ....	VII-13
Figura VII-9. Área urbana del sistema ambiental en el año 2021. ....	VII-14
Figura VII-10. Impactos por fase de acuerdo con su magnitud en las diferentes fases del proyecto. .....	VII-23

## CAPÍTULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

La zona donde se pretende realizar el proyecto se encuentra en un área predominantemente rodeada por zonas urbanas, así como de vegetación halófila. Con base en 1) en el capítulo IV Descripción del sistema ambiental regional y señalamientos de tendencias de desarrollo y deterioro de la región; 2) en los usos/coberturas de suelo de las cartas de usos de suelo y vegetación de la series I (década de 1980) II (1993-1999), III (2000-2005) y IV (2006-2010), V (2011-2013) y IV (2014-2017), VII (2018) 1:250,000 del INEGI, y 3) en la comparación del crecimiento urbano mediante fotointerpretación a una escala 1:25,000 de espacio mapas de los años 2000, 2010 y 2021. se describen los escenarios del sistema ambiental sin y con proyecto, incluyendo las medidas de mitigación y compensación para los impactos derivados de la realización del proyecto.

### VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto

Se describe el escenario tendencial ambiental sin contemplar la realización del proyecto en los diferentes componentes del sistema ambiental.

#### VII.1.1 Medio abiótico

##### *Aire y clima*

A nivel nacional en el 2020 se registraron 50,347,569 vehículos de motor en circulación; siendo el Estado de México con el mayor número 8,571,466 seguido de la Ciudad de México con 6,149,969 de vehículos. Dentro de la categoría de “camiones para pasajeros” se registraron el menor número de vehículos en función para la Ciudad de México 31,913 y Estado de México 57,046. Este último registro es relevante ya que se afirma que la Ciudad de México y el Estado de México se caracterizan por tener el menor número de camiones para pasajeros y el mayor número de automóviles. Los automóviles particulares principalmente aseguran una opción de transporte confiable, seguro y cómodo; pero son los que implican un mayor uso del espacio vial por pasajero y su capacidad para trasladar a los pasajeros es menor en comparación con los camiones para pasajeros. Complementariamente, la población de la Ciudad de México dedica entre 31 y 60 minutos en sus tiempos de traslado. La población de los municipios conurbados del Estado de México tiene la

mayoría de los viajes dentro de los rangos de “más de una hora-hasta dos horas” manteniendo así el mayor número en el rango de “más de 2 horas”.

Debido a lo anterior, se espera que el deterioro de la calidad de aire continúe con la tendencia actual, la cual podría disminuir en un mediano y largo plazo debido a los procesos naturales de la población humana que ocasionan el crecimiento urbano y el congestionamiento de las principales vialidades que conectan las localidades cercanas de la ciudad y su área metropolitana. Se espera que el régimen de temperatura y precipitación sigan su tendencia actual.

#### *Aguas superficiales*

El sistema ambiental no cuenta con corrientes de agua superficiales naturales. Existe un canal que cuenta con aguas negras. De acuerdo con la Conagua (2020), el nivel de contaminación se encuentra en semáforo rojo, es decir se encuentra contaminado o fuertemente contaminado dependiendo del elemento evaluado como son demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, coliformes fecales, presencia de *E. coli*, porcentaje de saturación de oxígeno disuelto y toxicidad de Vibrio Fisheri 15 min. Debido a que se encuentra en un área urbana donde las aguas negras se conducen a los depósitos de agua, no se espera ningún cambio en este comportamiento por lo que se mantendrá con la tendencia actual.

#### *Aguas subterráneas*

Se espera que la circulación de las corrientes subterráneas y la dinámica de las propiedades físicas (conductividad hidráulica, niveles hidrostáticos, etc.) continúen con la dinámica actual. El crecimiento natural de la población humana y de la urbanización puede ocasionar, si no se toman las medidas adecuadas, la disminución de la disponibilidad de agua de calidad para el consumo humano, ya que en la actualidad, los principales impactos ambientales observados en la región son producto de las actividades antrópicas, destacando las extracciones extremas del recurso, la contaminación por actividades humanas, incluyendo la defecación al aire libre, la infiltración de aguas residuales sin tratamiento por la disposición inadecuada de los desechos domésticos e industriales, entre otros.

## VII.1.2 Medio biótico

### Flora

La vegetación del área de estudio ha experimentado una degradación debido a las actividades antrópicas. Con base en lo observado en los datos obtenidos del trabajo en campo y lo expuesto en el Capítulo IV, se espera que la vegetación continúe con un grado de alteración.

Se espera que la tendencia de disminución de la vegetación observada entre los años 2000, 2010 y 2021 continúe debido al aumento de la población humana, ya que la superficie de la vegetación se reducirá por el aumento de los asentamientos humanos y con ello se incremente el cambio hacia el uso de suelo urbano. Asimismo, se espera que 1) la superficie de pastizal halófilo disminuya paulatinamente debido al incremento de actividades antrópicas y de la variación de la cobertura Cuerpos de agua-área inundable, ya que la distribución de la vegetación halófila depende de la variabilidad de las áreas de inundación. Los pastizales halófilos han perdido, entre 2000 al 2021, 82.47 ha. 2) La disminución de la superficie de cuerpos de agua-área inundable ha sido poca y ha resultado del proceso de desecación, propiciando que estas áreas sean ocupadas como áreas deportivas. 3) El aumento del uso urbano en un periodo de 21 años ha sido de 179.73 ha, siendo en el periodo 2000-2010 el aumento de 124.18 ha, mientras que en el periodo de 2010 a 2021 aumentó 55.55 ha. De la capa de uso urbano, el 80 % ha sido destinada como asentamientos humanos (siguientes Tablas y Figuras).

**Tabla VII-1. Superficie de las coberturas/ usos de suelo en el Sistema Ambiental Regional (2000, 2010 y 2021).**

Uso/cobertura	Superficie					
	2000		2010		2021	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Suelo sin vegetación aparente	136.97	1.31	115.59	1.10	29.53	0.28
Cuerpos de agua-área inundable	508.07	4.85	497.29	4.74	501.78	4.79
Pastizal halófilo	420.29	4.01	344.12	3.28	337.82	3.22
Áreas verdes (dominancia de árboles)	44.77	0.43	45.19	0.43	41.61	0.40
Áreas verdes (dominancia de pastos)	323.36	3.09	229.20	2.19	301.3	2.88
Parques	186.89	1.78	262.85	2.51	226.64	2.16
canal	46.25	0.44	46.25	0.44	46.25	0.44
Cuerpo de agua artificial	2.18	0.02	3.71	0.04	4.08	0.04
Uso urbano	8,812.3	84.08	8,936.48	85.26	8,992.03	85.79

Uso/cobertura	Superficie					
	2000		2010		2021	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
<b>Total</b>	<b>10,481.08</b>	<b>100</b>	<b>10,481.08</b>	<b>100</b>	<b>10,481.08</b>	<b>100</b>

Tabla VII-2. Superficies de los usos urbanos en el Sistema Ambiental Regional (2000, 2010 y 2021).

Área Urbana	Superficie					
	2000		2010		2021	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Asentamientos humanos	7,275.62	82.56	7,319.58	81.91	7,338.39	81.61
Servicios de salud	25.58	0.29	29.95	0.34	29.95	0.33
Servicios educativos	362.18	4.11	388.85	4.35	389.08	4.33
Área industrial	127.72	1.45	127.72	1.43	125.05	1.39
Servicios administrativos	28.33	0.32	28.81	0.32	27.28	0.30
Servicios religiosos	16.82	0.19	17.42	0.19	17.42	0.19
Áreas deportivas	285.43	3.24	243.60	2.73	279.71	3.11
Otros usos urbanos	572.47	6.50	631.07	7.06	630.38	7.01
<b>Total</b>	<b>8,812.30</b>	<b>100</b>	<b>8,936.48</b>	<b>100</b>	<b>8,992.03</b>	<b>100</b>

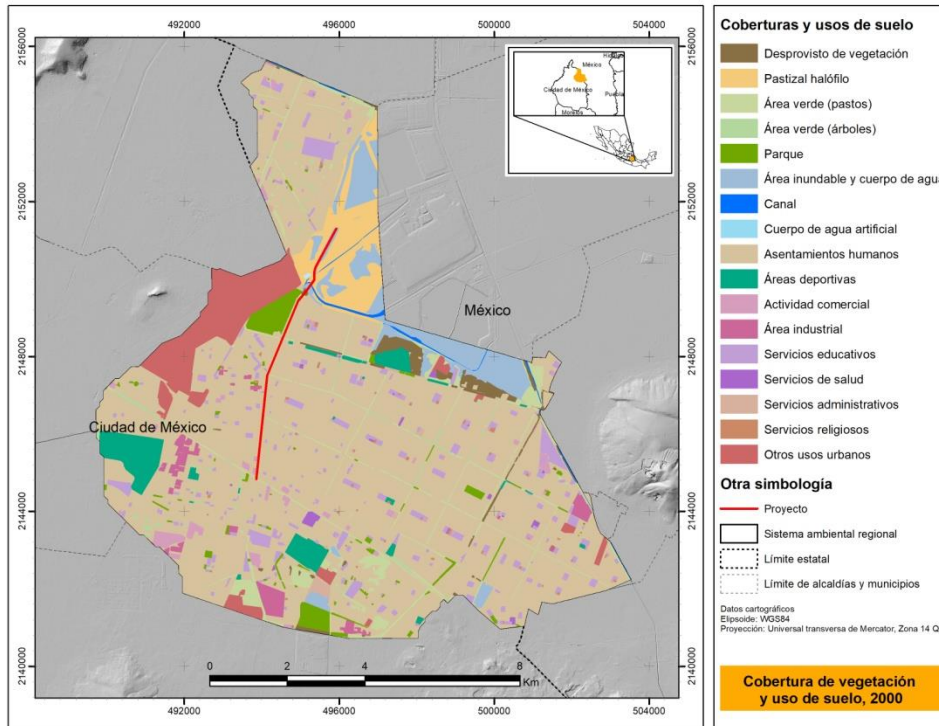


Figura VII-1. Uso/cobertura de suelo del Sistema Ambiental Regional en el año 2000.

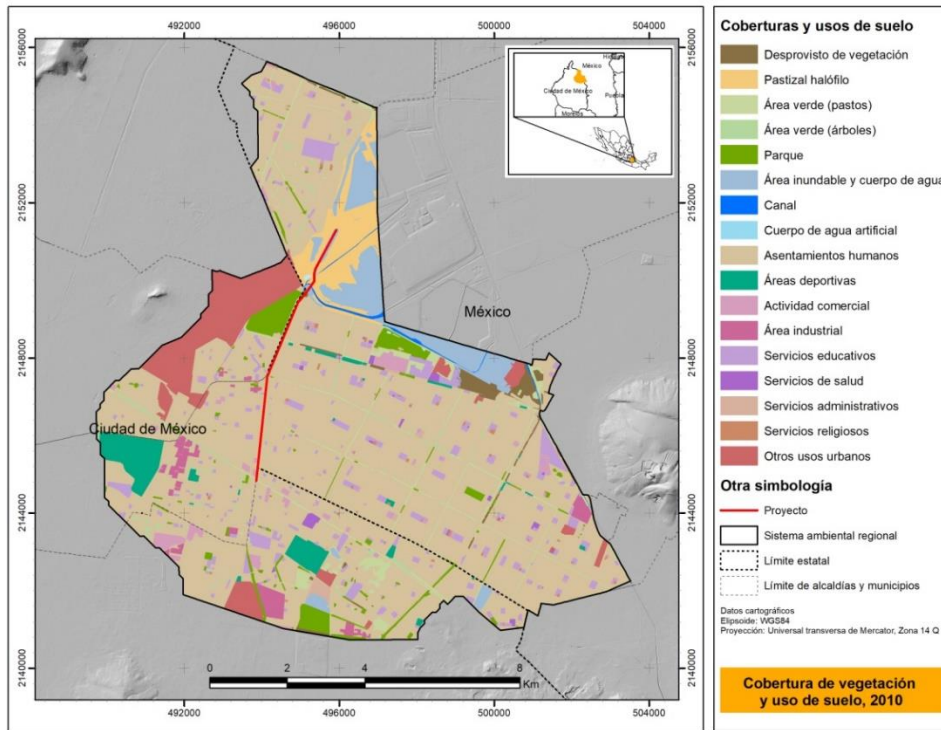


Figura VII-2. Uso/cobertura de suelo del Sistema Ambiental Regional en el año 2010.

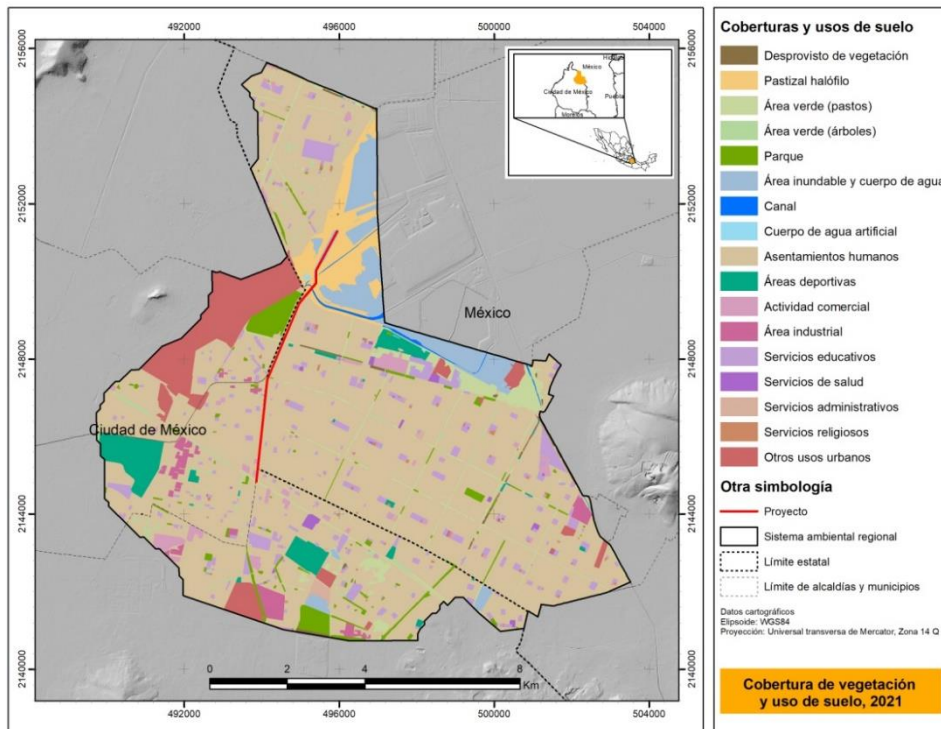
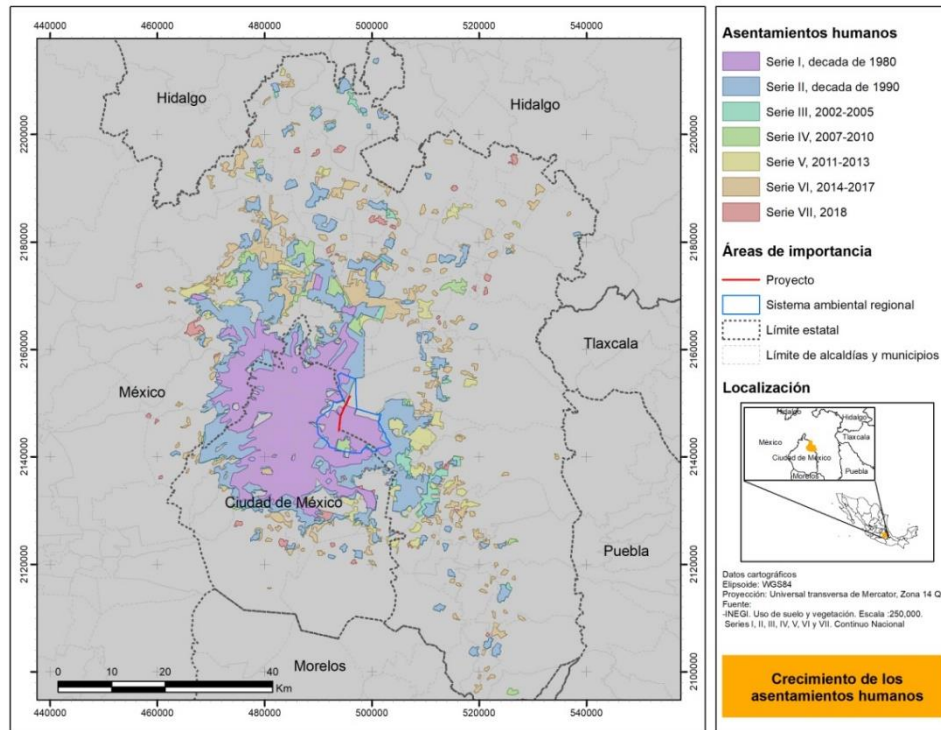
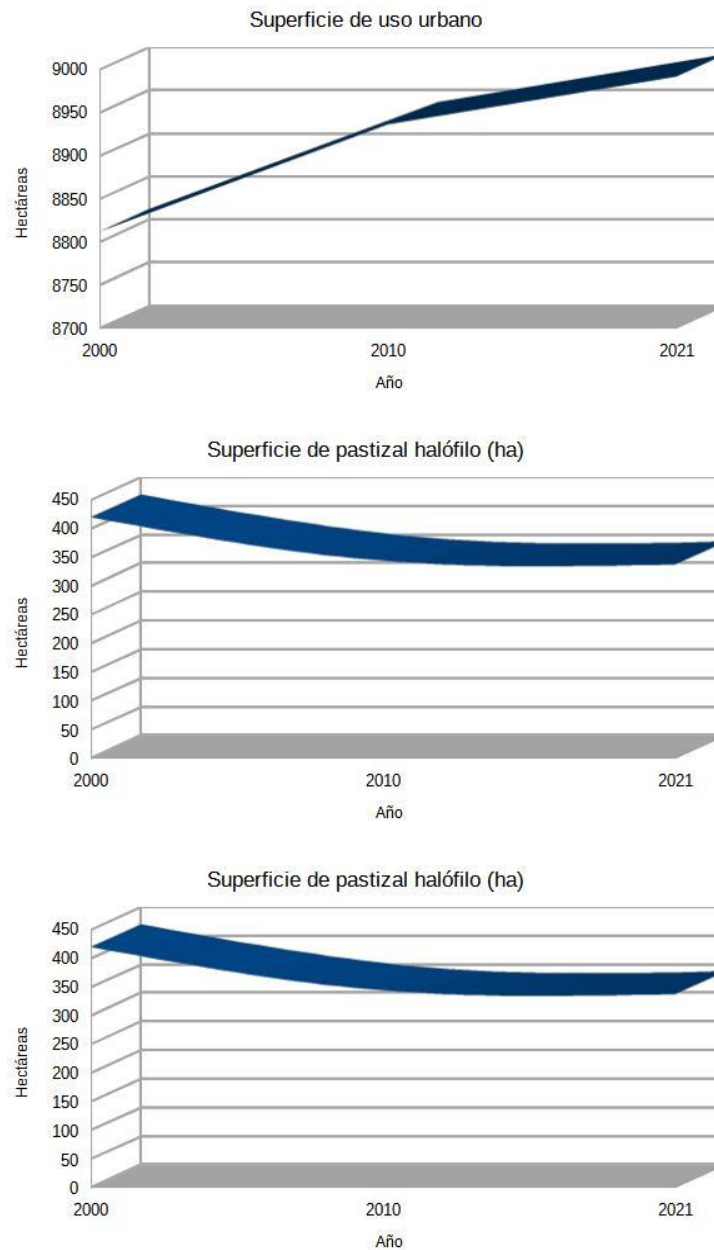


Figura VII-3. Uso/cobertura del suelo del Sistema Ambiental Regional en el año 2021.





**Figura VII-4. Crecimiento del área urbana en la Ciudad de México y su zona metropolitana desde la década de 1980 hasta el año 2018.**



**Figura VII-5. Tendencia de la superficie (ha) de pastizal halófilo y uso urbano en el Sistema Ambiental Regional.**

Es importante destacar que el incremento del área urbana en la Ciudad de México y su zona metropolitana ha sido acelerado, ya que con base en las series de cartografía de uso de suelo y vegetación de INEGI, la tendencia del aumento de la población y el crecimiento del área urbana se ha mantenido constante, propiciando la adición de poblaciones cada vez más lejanas a la zona

metropolitana, haciendo evidente la necesidad de contar con vías de comunicación eficientes que permitan desplazarse por el área con menores tiempos de traslado, al mismo tiempo que se mantenga un flujo constante de las actividades comerciales que permitan mantener el dinamismo de la economía en un área urbana como la Ciudad de México y su zona metropolitana.

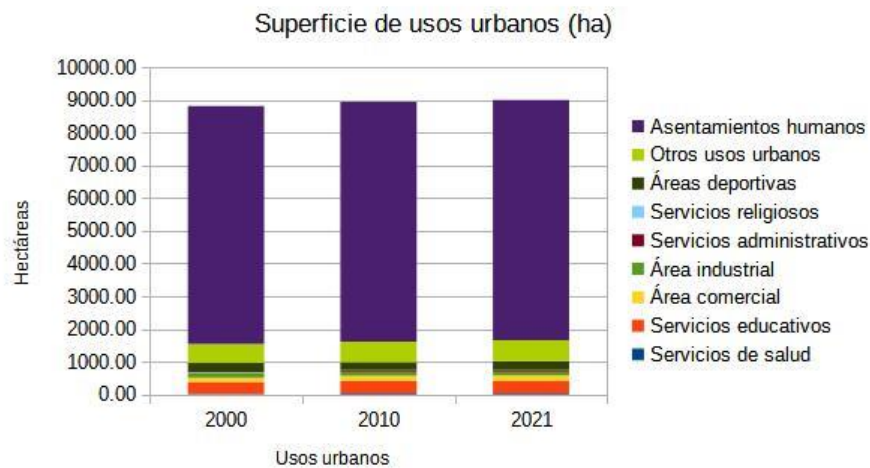
#### *Fauna*

El sistema ambiental presenta una baja riqueza de especies de fauna. Esta situación se ha debido principalmente a la pérdida de hábitat por degradación de la cobertura vegetal, integración de especies exóticas y expansión de los asentamientos humanos. Debido al crecimiento poblacional de la región y consecuentemente de la pérdida de hábitat por el cambio de uso de suelo para el establecimiento de asentamientos humanos, así como a la degradación de la cubierta vegetal por las actividades antropogénicas, se sugiere que la diversidad faunística ha disminuido; principalmente son afectadas las especies que requieren de un hábitat con vegetación primaria y de gran extensión, así como las que presentan intolerancia a la perturbación antropogénica. En cambio, se puede presumir que son favorecidas las poblaciones de fauna adaptados a ecosistemas alterados por actividades agropecuarias, así como la proliferación de fauna doméstica cercana a las poblaciones humanas, que posiblemente han provocado la disminución de poblaciones nativas de fauna por medio de la transmisión de enfermedades y por su depredación. Como se mostró en el Capítulo IV, las especies de fauna silvestre son características de regiones antropizadas, y degradadas, sin considerar la fauna feral como gatos, perros y ratas.

#### VII.1.3 Medio socioeconómico

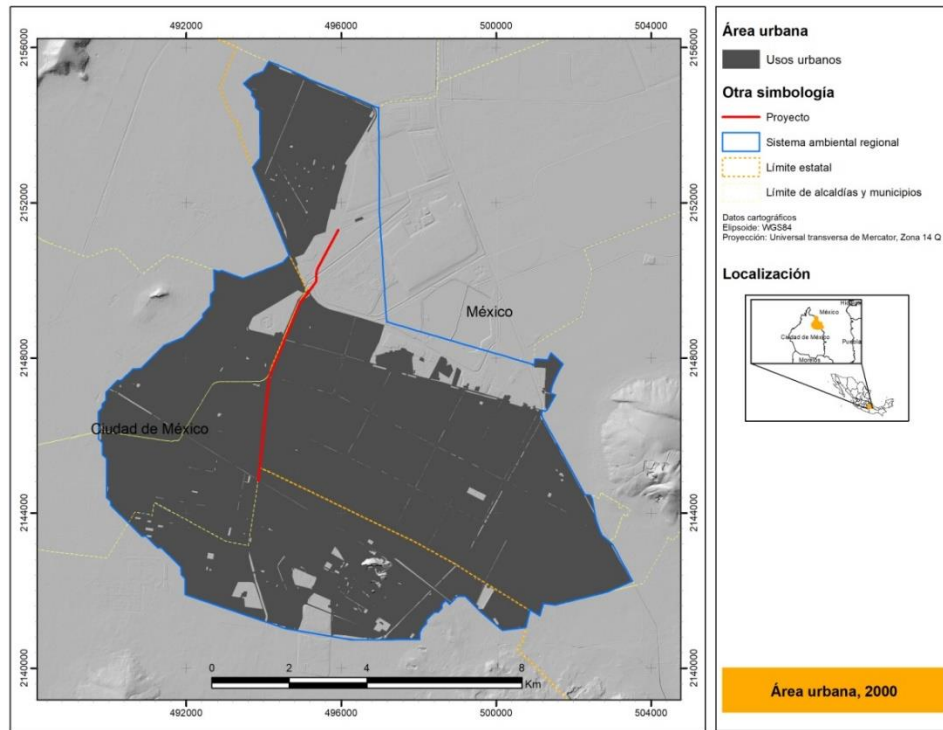
Es importante indicar que el área de estudio se encuentra inmersa en la dinámica poblacional de la Ciudad de México y su área metropolitana. Esta región es la más dinámica del país, ya que ha experimentado mayores cambios en los últimos decenios, de los que destacan la creciente urbanización y de las actividades de servicio, y la transformación económica. Este efecto demográfico se exterioriza espacialmente en el crecimiento de las zonas urbanas con una expansión horizontal.

Esta tendencia se observó a través de la fotointerpretación de las zonas urbanas en el sistema ambiental en las fechas 2000, 2010 y 2021. Al comparar la superficie de las zonas de uso urbano entre las tres fechas se estimó un incremento 179.73 ha en 21 años, con una tasa anual de incremento de 8.56 ha, es decir, en el año 2000, el área del uso urbano era de 8,812.30 ha, en el año 2010 era de 8,936.48 ha, mientras que en el año 2021 es de 8,992.03 ha. El aumento de los usos urbanos fue mayor en el uso de asentamientos humanos, ya que aumentaron 62.77 ha en 21 años, mientras que otros usos urbanos, como son estacionamientos, panteones, tiraderos a cielo abierto, entre otros aumentaron 57.91 ha, así como las áreas de servicios educativos aumentaron 26.9 ha en 21 años. Destaca la pérdida de áreas de cuerpos de agua-área inundable, que ha cambiado su cobertura por un uso urbano como son la implementación de áreas deportivas y de uso comercial (centros comerciales) (siguiente Figura).

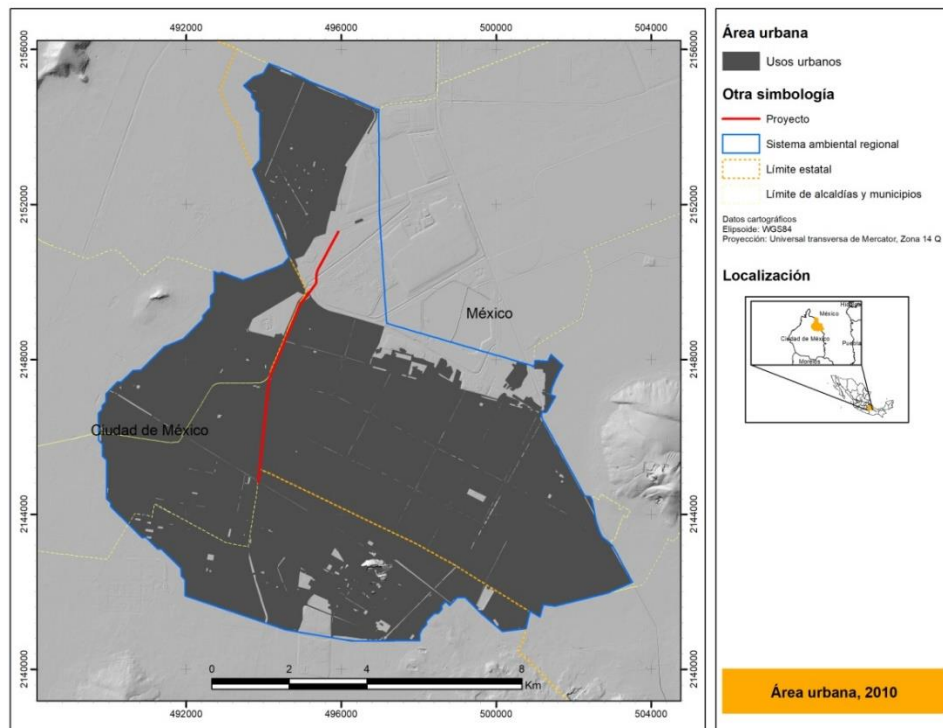


**Figura VII-6. Crecimiento de la mancha urbana en el sistema ambiental.**

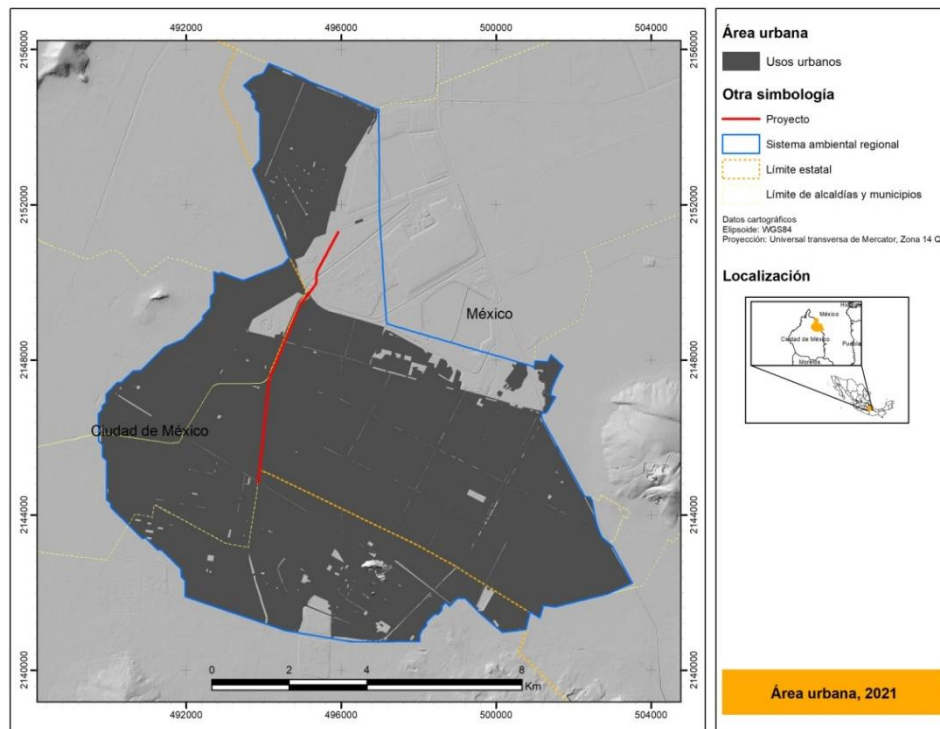
En las siguientes figuras se muestra el área urbana en el SAR para los años 2000, 2010 y 2021.



**Figura VII-7. Área urbana del sistema ambiental en el año 2000.**



**Figura VII-8. Área urbana del sistema ambiental en el año 2010.**



**Figura VII-9. Área urbana del sistema ambiental en el año 2021.**

Con base en lo anterior, se espera que continúe el crecimiento de la mancha urbana de la Ciudad de México y el área metropolitana como resultado del crecimiento natural de la población, ocasionando una mayor conurbación de las zonas pobladas circundantes y con ello el aumento de las vialidades urbanas y periurbanas para hacer frente al aumento en la circulación de automovilistas nativos y foráneos.

## VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto

Este apartado se describe el escenario con proyecto, tomando como base la ejecución de este. La descripción de este escenario toma como base las tendencias descritas en el apartado VII.1 de este capítulo, sobreponiendo los impactos ambientales que serán generados en la implementación del proyecto.

La realización del proyecto responde a la necesidad de dotar de suficientes vías de comunicación que permitan un adecuado flujo de automovilistas dentro de la Ciudad, y para la entrada y salida del área Metropolitana, y de reducir los tiempos de traslados. Además, este proyecto responde a

las necesidades de conectar la Ciudad de México con el Nuevo Aeropuerto Internacional Felipe Ángeles, y facilitar la salida a la autopista Peñón-Texcoco. En este sentido se realiza la descripción de la tendencia ambiental con la implementación del proyecto en los diferentes componentes del sistema ambiental y se describe a continuación.

### VII.2.1 Medio abiótico

#### *Aire y clima*

Se espera, con la implementación del proyecto, que la calidad de aire se reduzca toda vez que habrá menor congestionamiento vial. La implementación del proyecto tiene como fin disminuir y evitar el congestionamiento vial de las carreteras y vialidades que conectan a la Ciudad de México, y con ello se reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera, por lo que su implementación mejoraría la calidad de aire al favorecer el flujo continuo de los automovilistas y mejorar los tiempos de traslado de un lugar a otro. A pesar de que en la etapa de preparación y construcción del proyecto aumentarán las partículas de polvo debido a la utilización de maquinaria, este impacto se considera temporal, ya que en la etapa de funcionamiento se espera que continúe una buena calidad de aire. Se espera que el régimen de temperatura y precipitación a una escala regional no sean afectados por la implementación del proyecto, no así a una escala microclimática, ya que se espera que la temperatura y la velocidad del viento aumenten y la humedad disminuya en el área del proyecto y sus zonas aledañas. Sin embargo, estos efectos son poco significativos a nivel local y regional, por lo que se espera que los regímenes de temperatura y precipitación continúen con su tendencia actual.

#### *Aguas superficiales*

Como se ha mencionado el sistema ambiental no cuenta con corrientes de agua superficiales. Sin embargo, existe un canal con aguas negras. Este canal no se verá afectado ni modificado, por lo que el proyecto no aportará más aguas residuales, ni afectará directa o indirectamente la estructura del canal.

#### *Aguas subterráneas*

Con la implementación del proyecto, se espera disminuir una cierta superficie de suelo con potencial para la recarga de los mantos freáticos debido a la impermeabilización del suelo, sin embargo, dadas las características del suelo de la región esta disminución es insignificante. Asimismo, aunque se

puede considerar la posible generación de impactos negativos que modifiquen la química del agua subterránea debido a posibles derrames de derivados de petróleo durante las fases del proyecto, estos impactos son poco significativos ya que no tienen la capacidad de cambiar las condiciones actuales de la calidad del agua. Además, la región actualmente ya se encuentra altamente antropizada y con suelos impermeabilizados, por lo que esta alteración puede ser considerada poco probable. La mayor afectación pudiera derivarse del fracturamiento del canal de aguas negras o del colector. Es por esto, que el diseño de la cimentación del proyecto considera una distancia, y profundidad en donde la expansión del suelo como resultado de las fuerzas de compresión no afecte las condiciones del canal ni del colector. Por lo que la implementación del proyecto no modificará la tendencia actual del agua subterránea.

### VII.2.2 Medio biótico

#### *Flora*

Se espera que la implementación del proyecto ocasione un impacto negativo en la vegetación, ya que en la ejecución del proyecto se removerá la vegetación y se modificará el uso de suelo actual. Sin embargo, se espera que los impactos que ocasione la implementación del proyecto sean temporales en la fase de preparación y construcción, pero permanentes en la fase de funcionamiento.

Sin embargo, dadas las condiciones de degradación de la vegetación del sistema ambiental, se espera que la ejecución del proyecto no altere en mayor medida la estructura y funcionamiento de los ecosistemas a nivel regional ni local, ya que como se ha hecho mención, el proyecto se circunscribe en una zona donde el área urbana se encuentra en expansión y donde la vegetación presenta en mayor o menor medida vegetación secundaria denotándose su degradación. Por lo tanto, la implementación del proyecto no modificará la tendencia actual de la vegetación, la cual consiste en la pérdida de cobertura vegetal por el cambio de usos de suelo a uso urbano, principalmente para áreas residenciales, y la introducción de especies exóticas.

#### *Fauna*

Debido a la naturaleza del proyecto, su implementación ocasionará la remoción de la vegetación y con ello contribuirá a la pérdida de fauna. Sin embargo, se espera que la pérdida de fauna sea para especies terrestres de tamaño pequeño en las etapas de preparación y construcción del proyecto,



mientras que la etapa de funcionamiento podría presentarse mortandad de especies de fauna terrestre y aérea debido al atropellamiento, cuyo impacto será cercano a la zona del proyecto. A pesar de lo mencionado anteriormente, se espera que la fauna a nivel regional no sea modificada ni reducida, ya que el sistema ambiental ha sido altamente afectado por asentamientos humanos, la alta densidad de animales ferales, y especies exóticas, o altamente adaptables a ambientes antropizados. Por lo que con la implementación o no del proyecto, no se modificará la tendencia en las abundancias de especies de fauna silvestre, mismas que son casi ausentes en la región.

### VII.2.3 Medio socioeconómico

Como se ha mencionado párrafos arriba, la tendencia que se espera a futuro en el sistema ambiental regional es el crecimiento de la mancha urbana como resultado del aumento natural de la población humana. Este incremento en la superficie con uso urbano ocasionará la conurbación de la ciudad con otras localidades vecinas, como ya está sucediendo actualmente. La expansión de la mancha urbana ha ocasionado la necesidad de construir nuevas vialidades que faciliten y mejoren el tránsito de vehículos automotores a través de la ciudad y a las poblaciones periurbanas, por lo que la implementación del proyecto responde a la necesidad de dotar a la ciudad y su área metropolitana de una vialidad que haga frente a la creciente población urbana y a su movilidad local y regional.

Se espera que en las tres etapas del proyecto los impactos que se generen sean positivos, los cuales serán de corto, mediano y largo plazo. Se destaca que con la implementación del proyecto se logrará la generación de empleo de mano calificada y básica en forma temporal y permanente. Asimismo, se mejorará la circulación interna de los vehículos automotores en la ciudad y en su área metropolitana, al contar con una vialidad donde podrán circular autotransportes de carga y de pasajeros sin la necesidad de atravesar las calles de la ciudad y ocasionar congestionamientos viales, contaminación del medio ambiente y el posible incremento de accidentes. Lo anterior redundará a mediano plazo en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera y mejorará el confort de los habitantes mericanos al no presentarse congestionamientos viales.

También se espera que con la implementación del proyecto se mejore la intercomunicación regional entre las poblaciones que comprende el sistema ambiental, fomentando el turismo y la comercialización de productos, ocasionando a corto, mediano y largo plazo desarrollo económico de la región.

### *Generación de ruido*

Las condiciones del SAR, con una alta densidad de vialidades, y con un alto flujo vehicular resulta en una constante generación de ruido. El presente proyecto, al aumentar las velocidades promedio de los vehículos, podría reducir las intensidades en la generación de ruido, particularmente en la zona a nivel. Sin embargo, en la porción del proyecto elevado podría promover un ligero aumento, porción del SAR que no cuenta con edificios ni arbolado que puedan reducir la propagación del ruido. Es por esto por lo que se considera que pudiera existir un incremento máximo de 42 decibeles por arriba de los niveles actualmente registrados con un alcance de hasta 60 m del eje del trazo, reduciendo el valor de 30 a 35 db en los siguientes 40 m, seguido de 25 a 30 db en los siguientes 100 m, de 20 a 25 por un máximo de 20 m y por debajo de 20 db en un máximo de 300m, mostrando que un incremento de al menos 15 db se registrará en una distancia de hasta 630 m apartados del proyecto. Sin embargo, de manera general se puede observar que el nivel de impacto no supera los 200 m a partir del proyecto. Por lo que se considera poco significativo el nivel de impacto auditivo a las diferentes poblaciones presentes en la región.

### *Población y vivienda*

Las condiciones viales actuales facilitan el flujo de los transeúntes y el cruce peatonal. Sin embargo, con el proyecto, se promoverá el aumento de las velocidades promedio, y por consiguiente los peatones tendrán dificultad para cruzar. Lo que corresponde a las viviendas, éstas podrían ser impactadas por la generación de ruido adicional, lo que pudiera impactar en los procesos de urbanización que se realicen en un futuro. Sin embargo, por las condiciones actuales de generación de ruido, pudiera ser poco significativo este impacto, además de que sería local.

## VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección

La descripción del escenario con proyecto considerando las medidas de mitigación se basa en la integración del apartado VII.2 de este capítulo, con el Capítulo VI. Estrategias de prevención y la mitigación de impactos ambientales con el fin de elaborar un escenario de los componentes abióticos, bióticos y socioambientales que pueden ser influidos por la realización del proyecto.

### VII.3.1 Medio abiótico

#### *Aire y clima*

Si bien se espera que la calidad del aire sea afectada temporalmente en las etapas de preparación y construcción del proyecto debido a la emisión de partículas de polvo y de contaminantes producto de la utilización de la maquinaria, estas emisiones se espera que sean mínimas debido a medidas preventivas y de mitigación que pretenden reducir las emisiones a la atmosfera al sugerir el empleo de vehículos en buen estado y buenas prácticas en el transporte del material, así como la prohibición de quema de basura. Asimismo, en la etapa de funcionamiento, se espera que se mantenga la buena calidad del aire debido a un tránsito vehicular continuo y con una menor probabilidad de congestionamientos viales en la ciudad a pesar del incremento del aforo vehicular. Como se ha mencionado, el proyecto tiene como fin disminuir y evitar el congestionamiento vial de las carreteras y vialidades que conectan a las localidades de la zona metropolitana, y con ello se reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera, por lo que su implementación mantendría la calidad de aire actual al favorecer el flujo continuo de los automovilistas y mejorar los tiempos de traslado de un lugar a otro.

Respecto al régimen de temperatura y precipitación a una escala regional no serán afectados por la implementación del proyecto, sin embargo, se espera el incremento de la temperatura, de la evaporación y de la velocidad del viento, pero su impacto será localizado en el área del proyecto y las áreas contiguas al mismo, siendo poco significativos, por lo que se espera que los regímenes de temperatura y precipitación continúen con su tendencia actual.

#### *Aguas superficiales*

En el área de estudio no se cuenta con cuerpos de agua superficiales, por lo que este elemento no será afectado por la implementación del proyecto.

#### *Aguas subterráneas*

Como se ha mencionado se espera que con la implementación del proyecto este elemento siga su tendencia actual, ya que no será afectada la recarga del manto freático de la región. A pesar de que se reducirá la superficie de infiltración de agua debido a la impermeabilización del suelo, la escorrentía que se genere en la zona del proyecto será dirigida a las áreas aledañas, consiguiendo su infiltración. Asimismo, a pesar de posibles derrames de derivados de petróleo se espera que con

las medidas de prevención se disminuya el riesgo de derrame. Los impactos mencionados son poco significativos y con la implementación de medidas de prevención se espera reducir aún más su afectación. Debido a la naturaleza del proyecto, este no tiene la capacidad de cambiar las condiciones actuales de calidad del agua. La implementación del proyecto no modificará la tendencia actual del agua subterránea.

### VII.3.2 Medio biótico

#### *Flora*

Aunque con la implementación del proyecto se espera un efecto negativo en la vegetación, ya que en el área del proyecto la vegetación será removida, y con ello habrá pérdida de especies de flora la gran mayoría de las especies leñosas son introducidas. Mientras que la zona de pastizal halófilo que se removerá será mínimo. Se han indicado medidas de prevención, mitigación y compensación para reducir los impactos sobre la vegetación y el funcionamiento del ecosistema y sobre las especies con una importancia ecológica y biológica. Con la implementación de las medidas de mitigación como son la eliminación de la cubierta forestal por etapas, y la reforestación entre otras, se espera reducir el impacto sobre la fauna asociada, y con ello un menor impacto en el flujo de ciclos biogeoquímicos. Se espera que con la implementación del proyecto respetando las medidas de mitigación el impacto sobre la flora se reduzca. Es importante indicar que como parte del proyecto se restaurará un área actualmente degradada. Esta restauración incluye la inclusión de especies forestales que compensarán las afectaciones ambientales derivadas del proyecto, además de una compensación social local, reintroducción de sitios de percha y anidamiento para fauna local.

Finalmente, la implementación o no del proyecto, no cambiará la tendencia actual de vegetación, ya que el proyecto se encuentra en un sistema ambiental que está continuamente modificándose por las actividades antropogénicas, de las cuales destacan la pérdida de cobertura vegetal por el cambio de usos de suelo a uso urbano, principalmente de grandes conjuntos habitacionales.

#### *Fauna*

El escenario que se espera con la implementación del proyecto es la pérdida de fauna producto de la remoción de la vegetación, así como por las actividades propias del proyecto en sus fases de preparación, construcción y funcionamiento. Sin embargo, se espera reducir esta afectación en las fases de preparación y construcción mediante la implementación de medidas de prevención y

mitigación que reducen la pérdida, como son el ahuyentamiento de la fauna y la retraslocación de las especies. Asimismo, se indica como medida de prevención la nula afectación de la vegetación aledaña para que la fauna encuentre refugio. En la fase de funcionamiento se sugieren medidas de mitigación como la vegetación natural en los camellones, entre otros, que permiten mantener una intercomunicación entre los parches de vegetación que serán afectados y con ello mantener en cierta forma la funcionalidad ecosistémica, las cadenas tróficas, así como mantener un estado similar de las poblaciones de fauna.

Al implementarse el proyecto con las medidas de mitigación mencionadas se espera que el impacto en la fauna se reduzca y permanezca y restaure el funcionamiento ecosistémico a corto, mediano y largo plazo. Sin embargo, es importante mencionar que la tendencia actual de la fauna a nivel regional, con o sin el proyecto, continuarán en un proceso continuo de alteración, ya que en la región imperan presiones de cambio de uso de suelo como son la construcción de conjuntos habitacionales, para hacer frente al creciente número de habitantes y a su movilidad en la zona metropolitana de la ciudad, y a los flujos de trabajadores que van de las poblaciones cercanas a la capital, así como la propagación de fauna nociva que sirven como vectores para la transmisión de enfermedades y como depredadores de la fauna nativa.

### VII.3.3 Medio socioeconómico

Se espera la generación de impactos positivos en el medio socioeconómico por la implementación del proyecto, entre los que destacan la generación de empleos de mano de obra calificada y básica, tanto de forma temporal como permanente. Una mejora en la circulación interna de los vehículos automotores en la ciudad y en su área metropolitana, al evitarse los probables congestionamientos viales y posibles accidentes por el tránsito de vehículos de carga y de pasajeros que tengan otros destinos y que usen a la ciudad como zona de paso. Que se reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera producto de una circulación continua y sin contratiempos. Se espera la mejora en el confort de los habitantes al disminuir sus tiempos de traslado tanto dentro de la ciudad, como en la zona metropolitana de la misma. Que se fomente el turismo y la comercialización de productos mercantiles al contar con una vialidad que intercomunique a las poblaciones de la región, y con ello se fortalezca el desarrollo económico de la región.

Sin embargo, se proponen medidas de mitigación y prevención que disminuyan el impacto negativo en el ámbito social en las fases de preparación, construcción y funcionamiento. Como son el uso de señalamientos preventivos, restrictivos e informativos, el control de incendios, instalación de sanitarios, servicios de vigilancia, entre otros.

Como ya se ha mencionado se espera con la implementación del proyecto hacer frente a las necesidades de la creciente población, producto del aumento natural de la población. Por lo tanto, el proyecto responde a la necesidad de dotar de infraestructura que sirva de enlace de las distintas poblaciones humanas de la zona metropolitana, así como a la movilidad regional que detone el desarrollo económico de la región.

#### VII.4 Integración del escenario con proyecto y medidas de mitigación de impactos ambientales

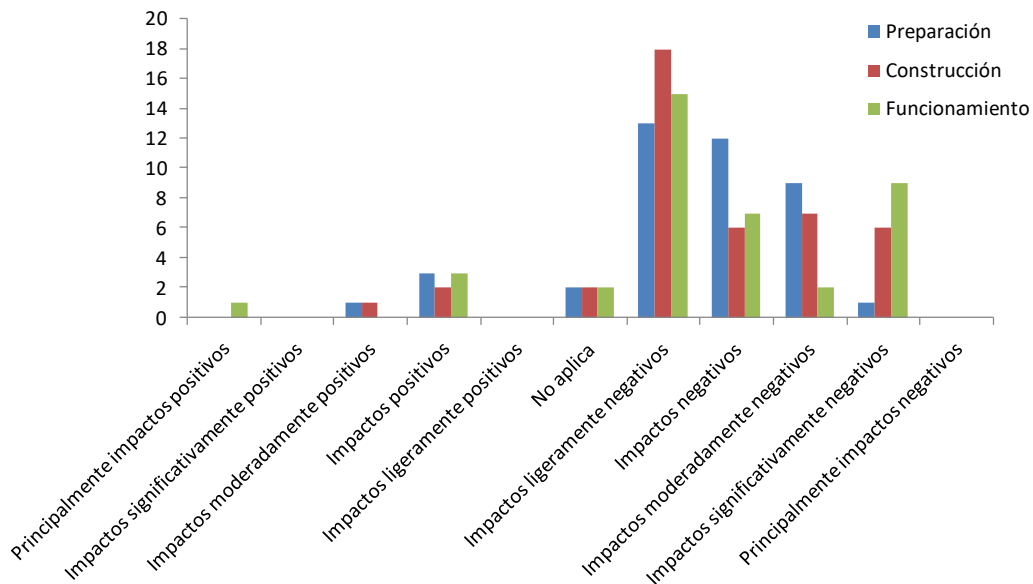
Por medio de la implementación de las diferentes medidas de prevención y de mitigación de los impactos ambientales, se muestra cómo éstos tienen repercusiones en los diferentes elementos evaluados en las diversas etapas que conforman al proyecto.

Los impactos positivos de manera general no muestran grandes cambios, sin embargo, la categoría definida como ligeramente positivos muestra un incremento al pasar de 0 a 1, este aumento se refiere a que durante la fase de funcionamiento del proyecto y con la integración de especies silvestres actualmente excluidas en la región se espera un aumento en la diversidad biológica, lo que repercute en las poblaciones, especies e individuos.

Lo que respecta a los impactos negativos, éstos muestran una reducción en su número y la magnitud de afectación.

Los impactos clasificados como ligeramente negativos mostraron un incremento considerable pasando de 13, 18 y 18, a 15, 19 y 19, respectivamente, en las diferentes fases del proyecto (preparación de sitio, construcción y funcionamiento); este aumento en número de impactos en esta categoría implica la reducción de la magnitud de impactos en categorías con una mayor afectación. Los impactos categorizados como negativos mostraron una ligera reducción en su número, ya que principalmente de esta categoría se desplazaron a la categoría previa de nivel de

afectación, la categoría de impactos moderadamente negativos también mostró una reducción en número de impactos, y transfiriéndolos a la categoría de impactos negativos. Con la misma tendencia, los impactos significativamente negativos mostraron una reducción de los elementos a verse afectados en particular en la fase de funcionamiento en donde pasó de 9 impactos a 6. Estos impactos se relacionan con la reducción de afectación al grupo de aves, desplazamiento o concentración de especies o individuos, ambos componentes resultados de la introducción de especies vegetales silvestres actualmente ausentes en la región. Ahora bien, el riesgo de inundación y efectos barrera mostrarán una reducción en su magnitud y extensión con el programa de compensación que busca la creación de un espacio con vegetación arbórea y arbustiva en un polígono actualmente degradado e impermeabilizado. Esta condición favorece la infiltración del agua pluvial, reduciendo los riesgos de inundación presentes en la zona (siguiente Figura).



**Figura VII-10. Impactos por fase de acuerdo con su magnitud en las diferentes fases del proyecto.**

Ahora bien, cuando se analizan los impactos a nivel de grupo en las diferentes fases de la obra se observa que los impactos son diferenciales entre sí. Por ejemplo, en la fase de preparación de sitio los impactos con y sin medidas de prevención, mitigación y/o compensación indican que el grupo de fauna y el de riesgos geofísicos mostrarían una reducción de su afectación, pasando de un valor

promedio de -13 a -11 (ambos catalogados como impactos negativos). Mientras que en el análisis de riesgo la reducción pasaría de -26 a -21 (ambos catalogados como impactos moderadamente negativos), particularmente por la reducción de la generación de malos olores, ruido y vibraciones y la contaminación del aire. Es importante resaltar, que las condiciones ambientales de la región, y por el tipo de actividad a desarrollar dificultan la capacidad de reducir aún más las perturbaciones ambientales.

Durante la fase de construcción el mayor impacto sobre el grupo de fauna pasó de -14 a -12 (ambos catalogados como impactos negativos), mientras que el análisis de riesgo se redujo de -32 a -29 (ambos catalogados como impactos moderadamente negativos). Ahora bien, durante la fase de funcionamiento es donde las medidas de prevención, mitigación y compensación es donde se observar los mayores impactos. La modificación climática de la región mostraría una reducción en su nivel de afectación pasando de una valoración de -18 a -9 (pasando de impacto negativo a ligeramente negativo), el grupo de fauna pasaría de -15 a -8 (pasando de impacto negativo a ligeramente negativo), los riesgos geofísicos, en particular promovidos por la reducción en la recarga de acuíferos, que mostró un cambio de -16 a -13 (ambos catalogados como impactos negativos), y los análisis de riesgos que cambiaron de -34 a -25 (ambos catalogados como impactos moderadamente negativos).

Todas estas reducciones en las afectaciones se relacionan directamente con la incorporación de especies vegetales. Sin embargo, es importante indicar que pudieran derivarse otros beneficios ambientales que no se consideraron toda vez que no existe evidencia clara de las aportaciones tal es el caso de la reactivación de cadenas tróficas, generación de sitios de percha y anidamiento de especies silvestres, recuperación de poblaciones, creación de corredores biológicos actualmente inexistentes, entre otros.

## VII.5 Evaluación de alternativas

Dentro de las alternativas que se valoraron fueron las siguientes:

(1) Ajustar el trazo del proyecto. Esta opción, aunque fue considerada, después de una serie de análisis se observó que el trazo, en términos generales, no puede ser modificado, toda vez que su trayectoria buscó no interrumpir las propiedades privadas, hacer uso de los espacios desprovistos



de infraestructura, y no afectar o modificar el canal o colector profundo. Además, que hay imposibilidades de ingeniería para las distancias existentes entre las columnas y cimentaciones.

(2) La segunda opción, que no se considera como realista, es la de no construir la vialidad. Esta opción se puede descartar ya que las necesidades de construir esta obra ya han quedado plasmadas en otras secciones de este documento.

Por lo indicado anteriormente, el presente proyecto tiene el trazo idóneo por tener el nivel de afectación ambiental más bajo. Además, de menor afectaciones a la población y de menor costo, considerando su relación, afectación ambiental y longitud de trazo.

Pese a reconocer que las condiciones ambientales de la región se encuentran altamente afectadas, y que el proyecto, aunque provocará afectaciones ambientales, estas no repercuten a nivel regional, y escasamente modificarán las condiciones actuales. Sin embargo, se desarrollaron medidas de prevención y mitigación para reducir en la mayor forma posible la intensidad y/o frecuencia de las afectaciones ambientales. Mientras que con las medidas de compensación se busca revertir la degradación ambiental que ha sufrido la región, y como consiguiente, tener un beneficio derivado de la implementación de este proyecto.

## VII.6 Conclusiones

Por lo asentado a lo largo del presente documento, queda claro que las condiciones ambientales del área en la que se pretende instaurar el presente proyecto son de baja calidad, y en muchos casos producto de constantes afectaciones ambientales. Sin embargo, después de hacer un análisis extensivo e intensivo de los servicios ambientales y los impactos ambientales que se pueden ver afectados por el establecimiento del proyecto se generaron una serie de medidas de prevención, mitigación y compensación que buscan que los impactos ambientales sean los de menor afectación dentro de lo posible, favoreciendo los impactos positivos fuera de los socioeconómicos como puede ser el beneficio de reincorporar especies silvestres de flora lo que reactiva las cadenas tróficas, refugio y alimento a diferentes especies de animales y el establecimiento de pasos de fauna para fauna silvestre, tanto terrestres como de especies voladoras.

Ahora bien, con la realización de todas estas medidas se garantiza que en conjunto con la selección del trazo definitivo del proyecto se tiene el menor nivel de afectación ambiental que este tipo de

proyectos pueden ocasionar, se promueve el beneficio ambiental de ciertos grupos vulnerables, se tiene el mejor balance costo económico contrastado con la afectación ambiental y la menor afectación a la población.



Sistema de Autopistas, Aeropuertos, Servicios  
Conexos y Auxiliares del Estado de México

# Capítulo VIII

---

DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
DEL SECTOR VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN  
MODALIDAD REGIONAL

PARA EL PROYECTO

“INFRAESTRUCTURA VIAL PARA INTERCONECTAR LA CALZADA  
IGNACIO ZARAGOZA Y LA AUTOPISTA PEÑÓN-TEXCOCO SOBRE  
EL PERIFÉRICO ORIENTE”

## ÍNDICE

CAPÍTULO VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL .....	VIII-4
VIII.1 Presentación de la información .....	VIII-4
VIII.1.1 Cartografía consultada.....	VIII-4
VIII.2. Delimitación del Sistema Ambiental Regional .....	VIII-6
VIII.3 Análisis de riesgos .....	VIII-9
VIII.3.1 Riesgos geológicos.....	VIII-9
VIII.3.2 Riesgos Hidrometeorológicos .....	VIII-9
VIII.4 Uso de suelo y vegetación.....	VIII-10
VIII.5 Muestreo de vegetación en el SAR .....	VIII-10
VIII.5.1 Indicadores ecológicos de diversidad y abundancia de la flora .....	VIII-12
VIII.6 Muestreo de Fauna .....	VIII-15
VIII.6.1 Listado de especies potencial .....	VIII-15
VIII.6.2 Verificación de campo .....	VIII-16
VIII.7 Técnicas para evaluar los Impactos Ambientales .....	VIII-19
VIII.7.1 Criterios y técnicas para evaluar los impactos ambientales .....	VIII-21
VIII.7.2 Análisis de la media de los valores de los impactos e identificación de los impactos más relevantes. ....	VIII-24
VIII.8 Referencias bibliográficas por tema.....	VIII-26
Vinculación .....	VIII-26
Descripción biofísica.....	VIII-27
Vegetación y Flora.....	VIII-31
Fauna .....	VIII-32

Aspectos socioeconómicos .....	VIII-33
Medidas de mitigación .....	VIII-35

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VIII-1. Categorías de diversidad de Margalef* .....	VIII-12
Tabla VIII-2. Categorías de diversidad de Simpson* .....	VIII-13
Tabla VIII-3. Categorías de diversidad de Shannon* .....	VIII-14
Tabla VIII-4. Escala de afectación por la Naturaleza del impacto. ....	VIII-22
Tabla VIII-5. Escala de afectación por la Permanencia del impacto. ....	VIII-22
Tabla VIII-6. Escala de afectación por la Reversibilidad del impacto. ....	VIII-23
Tabla VIII-7. Escala de afectación por la Acumulación del impacto.....	VIII-23
Tabla VIII-8. Escala de afectación por la Magnitud del impacto. ....	VIII-23
Tabla VIII-9. Escala de afectación por la Extensión del impacto.....	VIII-23
Tabla VIII-10. Escala de afectación por la Ponderación del impacto. ....	VIII-24
Tabla VIII-11. Matriz base para la identificación de los impactos más relevantes. ....	VIII-25

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VIII-1. Delimitación de sitio de muestreo de 4 m <sup>2</sup> .....	VIII-11
Figura VIII-2. Imágenes de los muestreos de aves realizados dentro del trazo del proyecto, el resto de las imágenes se pueden consultar en el Anexo Fotos del muestreo. ....	VIII-17
Figura VIII-3. Imágenes que se tomaron en cada uno de los puntos de muestreo durante el trabajo de campo.....	VIII-18
Figura VIII-4. Muestreo de anfibios dentro del canal. ....	VIII-19

## 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

En este capítulo se incluyen los datos base para la obtención de los resultados presentados en la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional para el proyecto

#### VIII.1.1 Cartografía consultada

Para la caracterización biofísica del Sistema Ambiental Regional se procedió a realizar la búsqueda de información cartográfica y bibliográfica de cada tema en estudio, así como por muestreos de campo dentro del SAR. La caracterización se presenta en el Capítulo IV de la presente MIA-R se sujeta a la delimitación del Sistema Ambiental Regional mediante el enfoque morfopedológico e integrando la delimitación humana, ya que el área del proyecto se encuentra en un área urbana donde está influida por las presiones humanas, límites políticos, unidades de desarrollo o de manejo que son heterogéneas dentro del mismo sistema ambiental.

La elaboración de la cartografía temática del SAR se basó en la búsqueda y consulta de información espacial en formato digital a diversas escalas, 1:50,000, 1:250,000 y en menor medida 1:1000,000. Obtenida de las dependencias gubernamentales oficiales y públicas. El tratamiento de la información y el formato de la cartografía fue elaborada con el programa ArcGis. Toda la información espacial representada en la cartografía esta referenciada al DATUM WGS84 en la proyección cartográfica Universal Transversa de Mercator (UTM), zona 14.

- Carta del marco geoestadístico. Censo de Población y Vivienda. 2020.
- Carta de uso de suelo y vegetación. Escala 1:250,000. Serie VI. 2017
- Carta de Provincias fisiográficas, INEGI, 1:1,000,000. 2001.
- Carta de Subprovincias fisiográficas, INEGI, 1:1,000,000. 2001.
- Carta de Sistemas de Topoformas, INEGI, 1:1,000,000. 2001.
- Carta de geología, INEGI, 1:250,000.
- Carta de Fallas geológicas. Atlas estatal de Riesgos del Estado de México, UNAM. 2019

- Carta de Fracturas y fallas. Atlas estatal de riesgos de la Ciudad de México SPC.
- Carta de unidades edafológicas, INEGI, 1:250,000. 2007
- Carta de Red hidrográfica. INEGI, Escala 1:250,000. Edición 2.0. 2010.
- Carta de Cuerpos de agua, INEGI. 1:50,000. 2009
- Carta de Indicadores de la calidad del agua. CONAGUA, 2020.
- Carta Límite de acuíferos de la República Mexicana, CONAGUA, 2021.
- Carta de Aguas subterráneas, INEGI, 1:250,000, 1998.
- Carta de Unidades climáticas, INEGI, 1:1,000,000. 2008.
- Carta de Zonas sísmicas del Servicio Sismológico Nacional
- Carta de Zonificación sísmica. Atlas de la Ciudad de México.
- Carta de fenómenos geológicos, INEGI, 1:250,000, 2011
- Carta de Riesgo volcánico. Atlas de Riesgo de la Ciudad de México
- Carta de Susceptibilidad por inestabilidad de laderas. CENAPRED, 2020.
- Carta de Riesgo por ciclones tropicales. CENAPRED. Atlas Nacional de Riesgos
- Carta de inundaciones históricas 2019. CAEM. Atlas de Riesgos estatal del estado de México
- Carta Zonificación. Atlas de Riesgos de la Ciudad de México
- Carta de Encharcamientos 2016, 2017, 2018 y 2020. Atlas de Riesgos de la Ciudad de México
- Carta de Índice de peligro por inundación, CENAPRED, 2016
- Carta de índice de vulnerabilidad de inundación, CENAPRED, 2017.
- Carta de Modelo cartográfico de humedales, INEGI, 1:50,000, 20140105165532.01
- Carta de las Áreas de Importancia para la Conservación de la Biodiversidad de aves 2015, CIPAMEX-CONABIO, escala 1:250,000, 2015
- Carta de Sitios Ramsar y Lista de humedales de importancia internacional, 2009.
- Carta de Regiones Hidrológicas Prioritarias, CONABIO, 1:4,000,000. 2002
- Carta de Regiones terrestres Prioritarias, CONABIO, 1:1,000,000, 2004
- Carta de Sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad, CONABIO-CONANP-TNC-Pronatura, 1:1,000,000, 2007
- Carta de Sitios prioritarios acuáticos epicontinentales para la conservación de la biodiversidad, CONABIO-CONANP, 1:1,000,000. 2007.

- Carta de Áreas Naturales Protegidas Federales, SEMARNAT-CONANP, 2020.
- Carta de Áreas Naturales Protegidas estatales, municipales, ejidales, comunitarias y privadas de México, CONABIO, 2020.
- Carta de Áreas destinadas voluntariamente a la conservación, CONANP, 2019
- Modelo digital de elevación tipo terreno con 5 m de resolución.

## VIII.2. Delimitación del Sistema Ambiental Regional

Con el fin de delimitar el Sistema Ambiental se procedió inicialmente, a la obtención y análisis de la información ambiental del área donde pretende llevarse a cabo las obras del proyecto, considerando principalmente los elementos bióticos y abióticos presentes en el área que presentaran características homogéneas y que pudieran tener relación con el proyecto.

En las últimas décadas se ha investigado la relación entre las actividades humanas en un ambiente geográfico y sus impactos en una esfera ambiental (Safari, 1989; Warnken y Buckley, 1998; Buttler, 2000). De esta manera diversos investigadores han señalado la compleja red de interacciones dinámicas que surgen de dicha relación, por lo que los impactos y los cambios en los aspectos ambientales son factores que tienen que ser investigados como los principales elementos que son desencadenados (Pigram, 1980; Pigram y Jenkins, 1999).

El Sistema Ambiental Regional (SAR) entendiéndose como el área del paisaje en donde los impactos ambientales provocados por el proyecto, debe ser delimitado por factores socioambientales. Es por esto, y a partir unidades morfopedológicas quedan representados los impactos ambientales, y los cuales logran incluir tantos los elementos físicos y biológicos, más significativos (Wondzell *et al.* 1996; Chen *et al.*, 1997; Bocco *et al.*, 2005; Stallins, 2006). El análisis morfopedológico, es un método de interpretación de imágenes de la superficie terrestre basado en la relación fisiografía-suelo. Con este tipo de análisis y con un buen diseño de muestreo, los factores ambientales más significativos son incluidos (Warnken y Buckley, 1998) al igual que sus impactos, incluyendo los directos como los indirectos que sufre la flora (donde normalmente su impacto es a nivel local) y la fauna (Neto, 2003).

Para la generación del Sistema Ambiental Regional (SAR) fue necesario realizar una regionalización ambiental por medio del cruce de mapas biofísicos empleando la mejor escala disponible (1:250,000



y 1:50,000) y cartografía de límites administrativos, ya que el proyecto se encuentra en una zona urbanizada. De la sobreposición de planos resultaron diferentes unidades ambientales donde los atributos empleados para su generación fueron los siguientes:

- Fisiografía (subprovincia fisiográfica y sistema de topoformas)
- Clima (unidades climáticas)
- Geología (unidades litológicas)
- Edafología (unidades edafológicas)
- División política (Límites de alcaldías y municipios)

La selección de estas capas fue siguiendo las definiciones reportadas por Lugo (1989) y el INEGI (2013) arrojando el siguiente orden lógico de generación e integración de la información para la delimitación de la unidad ambiental:

**Subprovincias fisiográficas**, forman parte de unidades complejas más extensas denominadas Provincias fisiográficas, las cuales se delimitan por una gran variedad de formas del relieve, definidas por su origen geológico y litológico. Dada la extensión de las provincias fisiográficas en la Cuenca de México se utilizaron las subprovincias fisiográficas, cuyos límites se basan en la geomorfología (forma y composición geológica) y el clima, principalmente. Se empleó el sistema fisiográfico del INEGI a Nivel I, correspondiente a subprovincias fisiográficas, escala 1:1,000,000 en formato digital.

Con base a lo anterior, se incluyó la cartografía de las **unidades climáticas** como una unidad que tiene el potencial de influir directamente sobre el desarrollo de los elementos biológicos, y por tanto en su distinción ambiental entre ecosistemas, diversidad de especies, y distribución de plantas y animales. La información climática utilizada corresponde a grandes unidades que se generan a partir de los registros a largo plazo (por lo menos 30 años), en las estaciones meteorológicas, de la precipitación y temperatura de una región. Para este análisis se empleó la cartografía del INEGI escala 1:1,000,000.

Se integró la cartografía de las **subcuencas hidrográficas** que se derivan de la construcción de las cuencas hidrológicas (regiones delimitadas por divisorias topográficas desde las cuales escurren aguas superficiales, incluyendo puntos de drenaje, líneas de flujo y unidades de captación de las escorrentías). Dada la gran extensión de la Cuenca de México, se utilizó las subcuencas que corresponden a subdivisiones de las cuencas. Se empleó la cartografía del INEGI escala 1:50,000 en formato digital.

Se incluyeron las **Topoformas**, el cual es un sistema de formaciones topográficas y que corresponde a unidades fisiográficas definidas básicamente por la Geomorfología o la forma del relieve, donde cada topoforma es definida por un relieve homogéneo con base en un mismo patrón geomorfológico (relieve, evolución y génesis propia). Para esta unidad se utilizó la cartografía del INEGI escala 1:1,000,000 en formato digital.

Debido a que la unidad ambiental resultante del cruce de la información fisiográfica, climática e hidrográfica es muy grande se incluyó la cartografía de **Geología**, la cual comprende las unidades definidas por la composición litológica, la estructura e historia de la corteza terrestre y sus capas más profundas. Para este estudio se empleó la cartografía del INEGI escala 1:250,000 en formato digital.

Finalmente con la integración de la **edafología** que corresponde a las unidades definidas por el producto de la transformación de la roca madre por la acción combinada del clima, vegetación y relieve, se incluyen todos los elementos biofísicos que tienen el potencial de hacer la delimitación de las unidades ambientales que se encuentran regidas por los mismos conductores ambientales que promueven el desarrollo y establecimiento de ciertas comunidades ambientales, y limitan la colonización de otras. Para esta capa se empleó la cartografía del INEGI escala 1:250,000 en formato digital.

Ahora bien, a partir de la delimitación de la unidad ambiental por el método morfopedológico, esta se considera homogénea en un sentido biofísico, en donde sus elementos biológicos naturales están sometidos a los mismos conductores de presión ambientales, y por tanto, de los detonadores de la diversidad biológica que en ella se guardan.

Sin embargo, pese a que el enfoque morfopedológico es la mejor aproximación para hacer una correcta delimitación y entendimiento de las condiciones biológicas, flora y fauna, y de las presiones naturales que las dirigen a partir de sus elementos desencadenadores, ésta falla en considerar las delimitaciones humanas, como son las presiones humanas, límites políticos, unidades de desarrollo o de manejo que son heterogéneas dentro del mismo sistema ambiental. Es por esto que se procedió a integrar el Marco Geoestadístico Nacional en un nivel de desagregación municipal, en donde se integraron a las alcaldías de la Ciudad de México y municipios del estado de México en los cuales se pretende desarrollar el proyecto. Para este análisis se empleó la cartografía del INEGI, escala 1:250,000. De esta integración se busca hacer la delimitación de los elementos socioeconómicos que se verían beneficiados o afectados directamente sobre el desarrollo del proyecto.

### VIII.3 Análisis de riesgos

#### VIII.3.1 Riesgos geológicos

**Riesgo sísmico.** Se utilizó como base la estadística de los sismos reportados por el Servicio Sismológico Nacional desde 1990 al 2021, así como la cartografía de las zonas sísmicas de México del Servicio Sismológico Nacional y las Zonas sísmicas de la Ciudad de México del Atlas de la Ciudad de México.

**Riego por subsidencia.** Se tomo como base la cartografía el Inventario nacional de Fenómenos Geológicos, editada por el INEGI en 2011.

**Riesgo volcánico.** Se tomo de base la Zonificación de caída de material volcánico proveniente del Volcán Popocatepetl del atlas de la Ciudad de México.

**Riesgo por deslizamiento de laderas.** Se tomó como base la cartografía del Mapa de Susceptibilidad por Inestabilidad de laderas de CENAPRED, 2020, el cual se encuentra en el atlas nacional de Riesgos.

#### VIII.3.2 Riesgos Hidrometeorológicos

**Riesgos por ciclones tropicales.** Se tomo como base la cartografía de Riesgo por ciclones tropicales de CENAPRED, en el Atlas Nacional de Riesgos.

**Riesgo por inundaciones.** El análisis se basó en la precipitación máxima en 24 horas reportada en las alcaldías de la Ciudad de México como en los municipios del estado de México en un periodo de 1941-1997 (CENAPRED, 2021), así como en las cartografías de zonificación de inundaciones históricas, 2019 del Atlas Estatal del Estado de México, de la zonificación, del atlas de Riesgos de la Ciudad de México y de la capa de encharcamientos de los años 2016, 2017, 2018 y 2020 del atlas de Riesgos de la Ciudad de México. Se contó con la información cartográfica del Índice de peligro por inundación de CENAPRED (2016) y con cartografía del Índice de vulnerabilidad de CENAPRED (2017).

#### VIII.4 Uso de suelo y vegetación

Se tomó como base la carta de uso de suelo y vegetación de la Serie VI del INEGI a escala 1:250,000 (2017) para identificar los usos coberturas de suelo.

Se procedió a tener una cartografía de usos de suelo y vegetación 1:10,000 al realizar la digitalización de los usos de suelo y del tipo de vegetación mediante fotointerpretación de espacio mapas del año 2021, 2010 y 2000 de alta resolución. Todas las imágenes fueron transformadas al mismo sistema de coordenadas (UTM) y mismo datum (WGS84). Para facilitar la fotointerpretación, se elaboraron mosaicos en un ambiente de Sistemas de Información Geográfico.

#### VIII.5 Muestreo de vegetación en el SAR

El artículo “Algunas asociaciones vegetales de los terrenos del Lago de Texcoco”, elaborado por Rzedowski en 1957, se tomó como base para el listado de la flora potencial del Sistema Ambiental Regional. Dicho listado de especies potenciales fue comparado contra la NOM-059-SEMARNAT-2010 y contra la Lista Roja de la UICN.

El diseño de muestreo aplicado debe ser acorde con los objetivos perseguidos y con las características de la población. Asimismo, estará determinado por las características de las unidades de muestreo, su forma y tamaño, así como el tiempo disponible y el costo.

Considerando los factores anteriores y el tipo de vegetación a muestrear, se optó por distribuir sitios al azar en el sitio del proyecto donde se distribuye el pastizal halófilo a lo largo de la trayectoria del proyecto y en el área de ceros.

Un muestreo aleatorio simple sitúa las parcelas de muestreo de forma aleatoria dentro de la población a muestrear. De manera casual, pueden existir agrupaciones espaciales y terrenos vacíos en la distribución de parcelas; a pesar de ello, continúa siendo un muestreo probabilístico válido. Aparte de esto, no se tienen en consideración ni la seguridad, ni la dificultad de medición de las parcelas ni los desplazamientos desde y hasta las ubicaciones de las parcelas. Se trata del diseño de muestreo de igual probabilidad menos arriesgado, pero también es el menos eficaz con respecto al coste y a la precisión de los cálculos, en parte debido a la correlación espacial entre las observaciones (Ronald 1992).

En objetivo principal del muestreo es: registrar información verificable y confiable para hacer las estimaciones de distribución de especies y que la muestra estuviera distribuida en el predio para registrar la mayor diversidad de especies.

El tamaño elegido fue de 4 m<sup>2</sup> (2X2m), en esta superficie se registrarán los datos del estrato herbáceo.

Cada vértice del sitio de muestreo, se registró la coordenada UTM del sitio de muestreo con un equipo GPS Garmin Etrex 20 y GPSmap 60CSx.



**Figura VIII-1. Delimitación de sitio de muestreo de 4 m<sup>2</sup>.**

En los sitios de muestreo de 4 m<sup>2</sup> se registraron datos de control y datos básicos como: especie, cobertura/número de individuos, altura total de pastos y hierbas.



**Figura VIII.2. Delimitación y registro de cobertura de pastos y hierbas en 4m<sup>2</sup>.**

En total se distribuyeron 8 sitios de muestreo en el sitio del proyecto para realizar el muestreo de vegetación.

#### VIII.5.1 Indicadores ecológicos de diversidad y abundancia de la flora

Los métodos usados para el cálculo de diversidad y abundancia de la vegetación muestreada en el sitio del proyecto y SAR, se presenta a continuación:

**Índice de Margalef (R).** Es un indicador de la riqueza de especies, donde los valores inferiores a 2,0 son considerados como relacionados con zonas de baja biodiversidad (en general resultado de efectos antropogénicos) y valores superiores a 5,0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad. El mínimo valor que puede adoptar es cero, y ocurre cuando solo existe una especie en la muestra ( $s=1$ , por lo que  $s-1=0$ ) (Margalef, 1958). Con los niveles de diversidad señalados anteriormente se pueden establecer las siguientes categorías de valores de diversidad.

**Tabla VIII-1. Categorías de diversidad de Margalef\***

Valor	Nivel de diversidad
0-3	Baja
3-4	Medio o Moderada
4-6	Alta
>6	Muy Alta

\* Fuente: Elaboración propia.

Se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$R = (S-1) / \ln(N)$$

Donde:

R= Índice de Diversidad de Margalef

S= Número total de especies

N= Número total de individuos

**Índice de Diversidad de Simpson (D).** Este índice cuantifica la probabilidad que dos individuos seleccionados aleatoriamente en una comunidad infinita pertenezcan a una misma especie. Si  $p_i$  es la probabilidad que tiene un individuo de pertenecer a la especie  $i$  ( $i = 1, 2, 3, 4, S$ ) y la extracción de cada individuo es un elemento independiente, la probabilidad que tienen dos individuos de una misma especie en ser elegidos al azar será  $p_i \times p_i$  o  $p_i^2$ . La probabilidad promedio de que ocurra será igual a la suma de las probabilidades individuales de cada especie (Simpson, 1949). La fórmula para calcular este índice es la siguiente:

$$D = \left( \sum_{i=1}^S n_i(n_i-1) \right) / (N(N-1)) = 1-D$$

Este índice les da un peso mayor a las especies abundantes, subestimando las especies raras, tomando valores entre 0 (baja diversidad, hasta un máximo de  $(1-1/S)$ ).

Considerando estos valores de diversidad, se establecieron los rangos para determinar el nivel de diversidad.

**Tabla VIII-2. Categorías de diversidad de Simpson\***

Porcentaje	Nivel de diversidad
0-30	Baja
30-60	Media o Moderada
60-90	Alta
>90	Muy Alta

\* Fuente: Elaboración propia

**Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H).** Este indicador de la abundancia se basa en la probabilidad de encontrar un determinado individuo en un ecosistema. El valor máximo suele estar cerca de 5, pero hay ecosistemas excepcionalmente ricos que pueden superarlos. A mayor valor del índice indica mayor biodiversidad del ecosistema. (Shannon y Weaver, 1949). Considerando los valores de diversidad máxima, se establecieron los rangos para determinar el nivel de diversidad.

**Tabla VIII-3. Categorías de diversidad de Shannon\***

Porcentaje	Nivel de diversidad
0-30	Baja
30-60	Media o Moderada
60-90	Alta
>90	Muy Alta

\* Fuente: Elaboración propia

Se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$H = -\sum (P_i) \cdot \ln(P_i)$$

Donde:

$$P_i = n_i / N$$

$n_i$  = Número de individuos por especie

$N$  = Número total de individuos

Asimismo, se calculó el **índice de equitatividad de Pielou (J')**, para cuantificar el componente de equitatividad de la diversidad, (Pielou, 1969). La ecuación para determinar este índice es la siguiente:

$$J' = H' / H'_{\max}$$

Donde:

$H'$  = Índice de Shannon

$$H'_{\max} = \ln(S)$$

$S$  = Número total de especies

A fin de observar la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran 1988).

### Índice de Valor de importancia

Con la finalidad de obtener parámetros que permitan determinar de qué manera inciden las especies presentes dentro de la comunidad vegetal, se calculó el valor de importancia, que resulta ser un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros de frecuencia, densidad y dominancia



utilizados individualmente (Mostacedo y Fredericksen, 2000). El cálculo del valor de importancia se llevó a cabo utilizando los datos de abundancia por especie obtenidos del trabajo de campo, así como la frecuencia de ocurrencia de las especies en los sitios de muestreo y los valores de área basal (obtenidos a partir del diámetro). La suma aritmética de las variables obtenidas: frecuencia relativa, densidad y dominancia relativas, arrojó el valor de importancia para cada una de las especies presentes en el predio.

La sumatoria de los valores de densidad relativa, frecuencia y dominancia relativas se emplean para determinar el valor de importancia relativa (VIR) de las especies en la comunidad estudiada. Las fórmulas utilizadas para la obtención de los parámetros son los siguientes:

- **Densidad relativa** = (Número de individuos de la especie X)/(Total de individuos de todas las especies) X 100
- **Frecuencia relativa** = (Frecuencia de la especie X)/(Total de las frecuencias de todas las especies) X 100
- **Dominancia relativa** = (Área Basal de la especie X)/(Área Basal de todas las especies) X 100

La suma de las tres medidas relativas mencionadas arriba y calculadas para cada especie constituye un índice denominado el Valor de Importancia (VI)  $VI = DRI + Fri + CRI$ . El valor de VI puede fluctuar de 0 a 3.00 (o 300%). Al dividir el VI por 3, se obtiene una cifra que fluctúa de 0 a 1.00 (o 100%). Este valor se conoce como el porcentaje de importancia. El valor de importancia, o el porcentaje de importancia, provee un estimado global de la importancia de una especie en una comunidad determinada.

## VIII.6 Muestreo de Fauna

### VIII.6.1 Listado de especies potencial

Para el listado de mamíferos, anfibios, reptiles y aves se utilizó bibliografía especializada para cada grupo.

En el caso del listado de mamíferos silvestres se utilizó a Hall (1981); Medellín *et al.* (1997); López-Wilchis y López-Jardines (1998); Ceballos y Oliva (2005); y se consultaron las base de datos de: Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Sistema Nacional de Información sobre la Biodiversidad de

México (SNIB); Enciclovida de la CONABIO (<https://enciclovida.mx>) y iNaturalist (<https://www.inaturalist.org/places/mexico>). Para este grupo se utilizó el catálogo nomenclatural de Wilson y Reeder (2005) para proporcionar el nombre científico y para el nombre común se utilizó a Ceballos y Oliva (2005), Medellín *et al* (1997), la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2019) y Naturalista de la CONABIO.

Para el listado de anfibios y reptiles se utilizó Flores-Villela (1993); Flores-Villela y García-Vázquez, 2014; Parra-Olea *et al.*, 2014 y se consultaron las base de datos de: Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Sistema Nacional de Información sobre la Biodiversidad de México (SNIB); Enciclovida de la CONABIO (<https://enciclovida.mx>) y iNaturalist (<https://www.inaturalist.org/places/mexico>). Para proporcionar el nombre científico se utilizó: la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2019), Flores-Villela y Canseco-Márquez (2004) y Frost (2009). Para asignar el nombre común se siguió a Liner (2004); NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2002) y la iNaturalist de CONABIO.

El listado del grupo de las aves se elaboró utilizando a Howell y Webb (1995). La guía ilustrada de Merlin Bird ID y las bases de datos de: Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Sistema Nacional de Información sobre la Biodiversidad de México (SNIB); Enciclovida de la CONABIO (<https://enciclovida.mx>) y iNaturalist (<https://www.inaturalist.org/places/mexico>). Para asignarles el nombre científico y nombre común se siguió a Howell y Webb (1995); la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2019), y la guía de campo de Merlin Bird ID de la Universidad de Cornell (<https://merlin.allaboutbirds.org>).

#### VIII.6.2 Verificación de campo

Se realizaron cuatro periodos de muestreo en el trazo del proyecto y en el SAR en el mes de octubre y noviembre del 2021. En los muestreos se realizaron recorridos para el registro de aves, reptiles, anfibios y mamíferos.

Para el grupo de las aves se realizaron muestreos con puntos fijos con una distancia de alrededor de 800 metros entre cada uno. Para el trazo se realizaron 9 puntos fijos y 6 puntos en el SAR. En cada punto fijo se registraron todas las especies de aves durante un periodo de 15 minutos en un radio de 100 metros a la redonda. El avistamiento se hizo por medio del empleo de binoculares Vortex crossfire HD 8 x 42 mm.

En cada punto fijo se registró la o las especies y el número de ejemplares que se observó (siguiente Figura), así como su ubicación geográfica en UTM con un GPS Garmin y se tomó una imagen mediante el programa Timestamp Camera que etiqueta las imágenes con la ubicación geográfica. Para la identificación de aves se utilizaron guías de campo de Howell y Webb (1995), Sibley (2003), Kaufman (2005) y Dunn y Alderfer (2006) y la aplicación de Merlin Bird ID sobre las aves de la Ciudad de México y el Estado de México.



**Figura VIII-2. Imágenes de los muestreos de aves realizados dentro del trazo del proyecto, el resto de las imágenes se pueden consultar en el Anexo Fotos del muestreo.**



**Figura VIII-3. Imágenes que se tomaron en cada uno de los puntos de muestreo durante el trabajo de campo.**

Para monitoreos de mamíferos silvestres se hicieron recorridos entre los puntos fijos de aves en la búsqueda de rastros o avistamientos, los cuales se centraron en avistamientos de ardillas arborícolas o terrestres que potencialmente se distribuyen en la zona. Además, se buscó la presencia de huellas, excretas, refugios potenciales y rascaderos. Para la identificación de rastros se contó con la ayuda de las guías de campo de Aranda (2000) y Reid (2006).

Para la herpetofauna se utilizaron los mismos recorridos para el monitoreo de mamíferos verificando meticulosamente todos los microhábitats (arbustos, zonas de pastos, madrigueras, troncos), los cuales pudieran ser aprovechados potencialmente por anfibios y reptiles. Centrando las observaciones en lagartijas del género *Sceloporus*, especies que suelen ser comunes en varias zonas de la CDMX. Además, para este grupo y en particular para el caso de anfibios se realizó un recorrido de 500 metros (inicio 14Q 495925 E 2151240 N; termino 495699 E 2150795 N) por el canal ubicado entre el Km 6+300 y 6+760. Este análisis se hizo con la finalidad de verificar la posible presencia de anfibios o peces por su potencial distribución. Este muestreo se realizó utilizando una

red y equipo especializado que permite caminar en dentro del canal como se muestra en la Figura siguiente.



**Figura VIII-4. Muestreo de anfibios dentro del canal.**

Para el registro de las especies observadas se utilizó una cámara fotográfica Canon Rebel *Ti7*, con una telefoto 75-300 mm. Y todos los registros fueron capturados en una bitácora de campo que incluyó los puntos de muestreo, así como temperatura del punto mediante la aplicación de clima de un *smarth phone*.

### VIII.7 Técnicas para evaluar los Impactos Ambientales

La identificación de los impactos potenciales para cada uno de los elementos ambientales evaluados y para cada una de las diferentes etapas del proyecto se generaron a partir del conocimiento de los métodos constructivos de la obra, de las condiciones actuales del sistema ambiental regional, y del sistema ambiental local. De esta manera se buscó tener un cuadro conceptual extenso en el que se pudiera generar un umbral de las posibles afectaciones al instaurarse el presente proyecto y posteriormente, definir el grado de afectación.

La información base consistió en la revisión de textos especializados y los recorridos en campo por especialistas en cada uno de los diferentes grupos de elementos evaluados.

Para el ámbito de clima, fauna y aguas subterráneas, principalmente fueron empleadas referencias científicas publicadas dentro de los *Journals* internacionales y libros especializados, reconocidos como líderes en la materia y en donde se dieran a conocer las diferentes complicaciones y afectaciones sobre dichos grupos derivados por la construcción de diversos proyectos antropogénicos.

A partir de la información de la potencialidad de los impactos, se hizo un análisis de similitud de la magnitud de los impactos y se procedió a realizar la ponderación de ellos, pero ajustados a las condiciones locales y regionales del área de estudio.

La magnitud del impacto se definió y ponderó de acuerdo con Markku Kuitunen, Kimmo Jalava y Kimmo Hirvonen, del departamento de Ciencias Biológicas y Ambientales de la Universidad de Jyväskylä en Finlandia, publicado en el *Journal Environmental Impact Assessment Review* en el año 2008, volumen 28 pp 312-320. En este documento, hicieron una revisión exhaustiva de diferentes estudios ambientales y de cada uno de los componentes impactados. De esta revisión y por medio de análisis estadísticos rigurosos se derivó la construcción de un índice compuesto donde no sólo se ponderan la magnitud del impacto, sino la extensión, reversibilidad, acumulación, entre otros elementos. Cada uno de ellos fue analizado de manera individual y llegaron a establecer las valoraciones de cada indicador que debieran ser adoptados, evitando la sobre valoración de algunos componentes, y/o la subvaloración de otros, dentro de ellos resalta la ponderación de la magnitud del impacto.

Con este tipo de aproximación se buscó tener claridad en la presentación de resultados y reducir su incertidumbre, pero nunca perdiendo de vista la priorización de los impactos más adversos. Finalmente, como hacen notar los autores (Asko Ijäs, Markku T. Kuitunen y Kimmo Jalava) en su publicación del año (2010:3) en el *Environmental Impact Assessment Review* bajo el título Developing the RIAM method (rapid impact assessment matrix) in the context of impact significance assessment, de acuerdo con sus análisis de diferentes proyectos, esta metodología puede ser considerada confiable por que independientemente del panel de expertos, los resultados muestran

poca variabilidad entre clases. Mostrando que rara vez se obtienen cambios entre categorías de afectación del impacto, y cuando esto sucede, nunca es en más de una categoría, lo que es fundamental para que los resultados tengan una alta significancia.

### VIII.7.1 Criterios y técnicas para evaluar los impactos ambientales

En este punto se presenta la técnica empleada para la identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos, sinérgicos y residuales que puede causar el proyecto.

La definición de los conceptos utilizados para esta evaluación se encuentra en el capítulo VII. La identificación de los elementos que podrían mostrar alteración con la introducción del proyecto, la clasificación de las categorías y las escalas de medición de impactos fueron propuestas por especialistas para cada uno de los elementos evaluados (geógrafos, botánicos, mastozoólogos, entre otros). La escala de valores se estableció tomando en cuenta el diagnóstico ambiental del SAR.

El método de identificación de los Impactos Ambientales se derivó a partir de un listado de reconocimiento realizado en campo por los especialistas. Todas las variables identificadas como potencialmente afectadas se consideraron para llevar a cabo la evaluación de impacto ambiental. Adicionalmente, este listado se complementó con la integración de las variables que se proponen en el libro “Evaluación de Impacto Ambiental: conceptos y métodos” de Luis Enrique Sánchez (2011) y Alonso *et al.*, (1987). En este libro se enlistan las variables más importantes que se deben considerar en todas las evaluaciones de impacto ambiental para la construcción de carreteras, mismas que fueron retomadas e integradas a nuestro inventario de variables a evaluar.

Además, se incluyeron conceptos de las publicaciones de Soto, A., y Damian, S. (1999) que desarrollaron un catálogo de impactos ambientales generados por las carreteras y sus medidas de mitigación y dada a conocer bajo la Publicación Técnica No. 133 con ISSN 0188-7297 y la publicación realizada por Hernández Michaca *et al.*, (2000) bajo el título Impacto Ambiental de Proyectos Carreteros en Escurrimiento del Agua Superficial con la Publicación Técnica No. 141 con ISSN 0188-7297. Ambos por encargo de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y el Instituto Mexicano del Transporte. De esta manera, podemos asegurar que las variables más importantes fueron integradas en la evaluación que aquí se presenta.

El proceso de evaluación de los impactos ambientales contempla como punto central la identificación de los impactos a través de la matriz de Leopold. Se implementó el uso de una matriz tipo Leopold modificada para introducir una ponderación numérica por factor evaluado, esto se hizo con la finalidad de identificar y evaluar los impactos ambientales, el grado de afectación de cada uno de éstos y así sugerir diferentes medidas de prevención y mitigación adecuadas.

La metodología fue desarrollada por Markku Kuitunen, Kimmo Jalava y Kimmo Hirvonen, del departamento de Ciencias Biológicas y Ambientales de la Universidad de Jyväskylä en Finlandia como parte del estudio titulado “Efectividad de las Evaluaciones de Impacto Ambiental”, publicado en el *Journal Environmental Impact Assessment Review* en el año 2008, volumen 28 pp 312-320 bajo el título “Testing the usability of the Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM) method for comparison of EIA and SEA results”.

Los factores evaluados se muestran a continuación (siguientes Tablas):

**Naturaleza del impacto:** describe tipo de impacto benéfico o perjudicial, donde se emplean los +1 y -1, respectivamente, y el valor 0 para aquellos impactos que no se derivan del proyecto.

**Tabla VIII-4. Escala de afectación por la Naturaleza del impacto.**

Puntuación	Definición
-1	Impacto perjudicial
0	Ausencia de impacto
+1	Impacto benéfico

**Permanencia:** consiste en el impacto o actividad que permanece en el tiempo y que afecta las condiciones naturales originales u óptimas.

**Tabla VIII-5. Escala de afectación por la Permanencia del impacto.**

Puntuación	Definición
3	Permanente. La duración es de >15 años.
2	Temporales. La duración es de 1-15 años.
1	No hay cambio. Duración de menos de 1 año.

**Reversibilidad:** consiste en la capacidad de regresar al estado original previo al impacto.



**Tabla VIII-6. Escala de afectación por la Reversibilidad del impacto.**

Puntuación	Definición
3	Irreversible. Se aplica cuando no existe la posibilidad de regresar al estado original. Se modificó el ambiente de manera permanente o por un periodo de tiempo muy largo.
2	Reversible. Sí existe la capacidad de restaurar el sistema posterior al impacto y retornarlo a las condiciones previas de dicho impacto.
1	No aplica. Es difícil de identificar como reversible o irreversible o simplemente posterior al impacto si éste no continua se regresa a las condiciones originales de manera natural y relativamente rápida (0-2 años).

**Acumulación:** consiste en el incremento progresivo en el tiempo.

**Tabla VIII-7. Escala de afectación por la Acumulación del impacto.**

Puntuación	Definición
3	Acumulativo o sinérgico. El impacto se suma o potencializa con otras actividades o impactos que se realicen en la misma región.
2	No acumulativo
1	No aplicable

**Magnitud del impacto:** corresponde al nivel de impacto o fuerza de éste. El impacto benéfico o perjudicial está definido por la naturaleza del impacto.

**Tabla VIII-8. Escala de afectación por la Magnitud del impacto.**

Puntuación	Definición
3	Domina el efecto del impacto (principalmente benéfico o principalmente perjudicial)
2	Se mejoran/empeoran medianamente las condiciones originales.
1	Se mejoran/empeoran muy poco las condiciones originales.

**Extensión:** se relaciona con el área donde se lleva el impacto y su área de influencia.

**Tabla VIII-9. Escala de afectación por la Extensión del impacto.**

Puntuación	Definición
4	Importante a nivel nacional o internacional.
3	Importancia regional, uno o más municipios cercanos, incluyendo a un alto número de las comunidades que en ellos se localizan.
2	Impacto en las áreas inmediatas.
1	Impacto en el contexto local, a nivel de comunidad o ciudad.
0	De baja escala geográfica, una casa, un pozo, etc.

Finalmente, aplicando la ecuación  $(P+R+A) * (NM * E)$  se obtienen los valores de impacto para cada una de las variables evaluadas y cada una de las fases del proyecto. La ponderación va de -108 a 108 y se clasifican de la siguiente manera:

**Tabla VIII-10. Escala de afectación por la Ponderación del impacto.**

Puntuación		Descripción
+72	+108	Principalmente impactos positivos
+36	+71	Impactos significativamente positivos
+19	+35	Impactos moderadamente positivos
+10	+18	Impactos positivos
+1	+9	Impactos ligeramente positivos
0	0	No aplica
-1	-9	Impactos ligeramente negativos
-10	-18	Impactos negativos
-19	-35	Impactos moderadamente negativos
-36	-71	Impactos significativamente negativos
-72	-108	Principalmente impactos negativos

### VIII.7.2 Análisis de la media de los valores de los impactos e identificación de los impactos más relevantes.

Debido a que al interior de cada grupo de elementos evaluados se pueden tener diferentes comportamientos, éstos se pueden clasificar en dos grandes tipos. El primero consiste en datos con valores similares de afectación, y con una baja dispersión. Este grupo es de gran ayuda al momento de diseñar medidas de prevención y mitigación de los impactos. Esto es debido a que se pueden dirigir medidas de prevención y de mitigación a nivel de grupo, lo que repercute en una mayor eficiencia de los beneficios a un menor costo económico. Inclusive, se pueden aplicar a impactos que de manera individual pudieran no ser de importancia, pero que en su conjunto resultan ser relevantes.

El otro comportamiento de los datos se refiere a elementos que muestren un nivel de afectación alto entre otros con bajos. Esto arroja un valor medio de afectación de moderada importancia, pero con una dispersión muy grande de los datos. Este grupo como tal enmascara a los principales factores que serán alterados por la implementación del proyecto y por tanto se debe aplicar otro método de análisis como se mostrará en la siguiente sección.

Para el primer tipo de comportamiento, el paso inicial es hacer una separación de los impactos benéficos de los perjudiciales. Estos a su vez, son agrupados de acuerdo con su categoría, tal como se muestra en el listado siguiente y delimitado por un sombreado azul claro:

**Tabla VIII-11. Matriz base para la identificación de los impactos más relevantes.**

Matriz base
<b>1. CLIMA</b>
Clima (régimen térmico, pluviométrico, evapotranspiración y vientos)
<b>2.1 FAUNA</b>
Poblaciones, especies, individuos
Mamíferos
Aves
Anfibios
Reptiles
Introducción y proliferación de especies exóticas
Hábitats
Alteración o eliminación de hábitats terrestres
Alteración, eliminación o creación de hábitats acuáticos o zonas húmedas
Desplazamiento o concentración de especies o individuos
<b>2.2 FLORA</b>
Cambios en la composición de la cubierta
Cambio en la superficie de la cubierta vegetal
Proliferación de especies exóticas
Modificación de la regeneración
<b>2.3 FUNCIONAMIENTO BIOLÓGICO</b>
Alteración de las cadenas tróficas y ciclos de producción
Bloqueo o dificultades para el movimiento o migración
Perturbaciones antrópicas (luces nocturnas, ruido, circulación)
<b>3. RIESGOS GEOFÍSICOS</b>
Desprendimientos, deslizamientos o hundimientos de tierras
Calidad estética y química de las aguas superficiales
Calidad química de las aguas subterráneas
Recarga de acuíferos
Erosión
Modificación del relieve y patrón de drenaje
<b>4.1 SUELO</b>
Alteración de las características físicas
Alteración de las características químicas
<b>4.2 USO DEL SUELO Y PRODUCTIVIDAD</b>
Degradación de las áreas destinadas a la producción comercial (agrícola, pecuario o forestal)
Patrimonio arqueológico o de interés histórico

<b>Matriz base</b>
<b>5. ASPECTO SOCIAL</b>
Empleo
Salud
Vivienda
Dinamización de la economía regional
<b>6. ANÁLISIS DE RIESGO</b>
Riesgo sísmico
Riesgo de incendio
Riesgo de inundación y efectos barrera
Generación de malos olores
Generación de residuos sólidos
Generación de ruido y vibraciones
Contaminación del aire

Se calculó el valor promedio y la desviación estándar para cada uno de los grupos, y de manera grupal se revisó el nivel de dispersión de los datos con +/-1 desviación estándar referida al promedio. Finalmente, se representaron con una gráfica de telaraña con el valor medio y +1 desviación estándar. Siempre refiriendo el nivel de afectación a la categorización indicada en la sección anterior.

## VIII.8 Referencias bibliográficas por tema

### Vinculación

El Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Iztacalco se publicó en la Gaceta Oficial de la Ciudad de México el 26 de septiembre del 2008 (PDDU) ([http://www.data.seduvi.cdmx.gob.mx/portal/docs/programas/PDDU\\_Gacetas/2015/PDDU-IZTACALCO.pdf](http://www.data.seduvi.cdmx.gob.mx/portal/docs/programas/PDDU_Gacetas/2015/PDDU-IZTACALCO.pdf)) A continuación se destaca lo que se pretende lograr en la Delegación Iztacalco.

Publicado en la Gaceta Oficial de la Ciudad de México el 2 de octubre del 2008 (PDDU) ([http://www.data.seduvi.cdmx.gob.mx/portal/docs/programas/PDDU\\_Gacetas/2015/PDDU-IZTACALCO.pdf](http://www.data.seduvi.cdmx.gob.mx/portal/docs/programas/PDDU_Gacetas/2015/PDDU-IZTACALCO.pdf)) A continuación se destaca lo que se pretende lograr en la Delegación Iztapalapa.

Publicado en la Gaceta Oficial de la Ciudad de México el 26 de enero del 2005 (PDDU) ([http://www.data.seduvi.cdmx.gob.mx/portal/docs/programas/PDDU\\_Gacetas/2015/PDDU-IZTACALCO.pdf](http://www.data.seduvi.cdmx.gob.mx/portal/docs/programas/PDDU_Gacetas/2015/PDDU-IZTACALCO.pdf)) A continuación se destaca lo que se pretende lograr en la Delegación Venustiano Carranza.

## Descripción biofísica

- Aguilar Becerril Héctor Raúl. 1997. Distribución de esfuerzos bajo cimentaciones con pilotes de fricción ante condiciones accidentales. Memoria del XI Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica, Veracruz, Ver., México. págs. 1195 – 1203.
- Alconada M., J. Rayneiro, F. Castillo y J. Carrillo Rivera. 2001. La definición de flujos de agua subterránea en la elección de prácticas de manejo del suelo. *Geociencias*, 1-17.
- Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- Arriaga, L., V. Aguilar y J. Alcocer. 2002. Aguas Continentales y diversidad biológica de México.
- BirdLife International. 2021. Important Bird Areas factsheet: Lago de Texcoco. Disponible en: <http://www.birdlife.org>.
- Bojórquez I., D. Hernández, D. García, O. Nájera, F. Flores, A. Madueño y otros. 2008. Características de los suelos de las barras paralelas, playas y dunas de la llanura costera del estado de Nayarit, México. *Cultivos Tropicales*, 37-42.
- Boletín UNAM-DGCS-003. 2019. Fallas geológicas activas en el subsuelo del Valle de México, causa principal de los sismos de baja magnitud. Disponible en: [https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2019\\_003.html](https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2019_003.html)
- Boletín UNAM-DGCS-677. 2017. Mapea UNAM fracturas en el suelo de la Ciudad de México. Disponible en: [https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2017\\_677.html](https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2017_677.html)
- CENAPRED. 2021. Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres en México. Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana.
- CENAPRED. 2021a. Inundaciones. Serie fascículos.
- CONABIO. 2021. AvesMX, 2015. Disponible en: [http://avesmx.conabio.gob.mx/FichaRegion.html#AICA\\_1](http://avesmx.conabio.gob.mx/FichaRegion.html#AICA_1)
- CONAGUA. 2007. Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento diseño, construcción y operación de tanques de regulación para abastecimiento de agua potable. México. Comisión Nacional del Agua.
- CONAGUA. 2015. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero
- CONAGUA. 2020. Actualización de la disponibilidad media anual del agua en el acuífero Zona metropolitana de la Cd. De México (0901), Ciudad de México.
- CONAGUA. 2020. Indicadores de calidad de agua superficial 2020.

- CONAGUA. 2020a. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Texcoco (1507), Estado de México.
- CONAGUA. 2021. Prontuario de aguas subterráneas. Disponible en: <https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/ProntuarioAguas.html>
- Cotler, H., Garrido A., y Mondragón R. 2007. Delimitación de las cuencas Hidrográficas de México. México a escala 1:250 000. México: INEGI-INE-CONAGUA Cartografía en formato digital.
- Cruz, V. 2017. ¿Qué ocurrió el 19 de septiembre de 2017 en México? Especial sismos. Ciencia UNAM.
- Departamento Administrativo del Medio Ambiente (DAMA) 2006. Política de humedales del distrito capital, Colombia, Departamento Administrativo del Medio Ambiente.
- Díaz, J. A. 2006. Suelos lacustres de la Ciudad de México. *Rev. Int. de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil.*, 111-130.
- DOF. 2018. Acuerdo por el que se dan a conocer los resultados del estudio técnico de las Aguas Nacionales Superficiales en las cuencas hidrológicas que forman parte de la Subregión Hidrológica Río Pánuco de la Región Hidrológica número 26 Pánuco. México: Diario Oficial de la Federación.
- DRyMA. 1993. Manual Sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado. Washington, D.C.: Desarrollo Regional y Medio Ambiente.
- DUMAC, y NAWCA. 2009. Propuesta de Programa de Manejo para la cuenca de la Laguna de Sayuna, Jalisco, México. Guadalajara-Jalisco: Ducks Unlimited de México A.C, Universidad de Guadalajara, North American Wetlan Conservation act.
- FAO. 2008. Base referencial mundial del recurso suelo. Un marco conceptual para clasificación, correlación y comunicación internacional. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Hernández C., M., y Carrasco, A. 2007. Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- INEGI 2011a. Inventario nacional de fenómenos geológicos. Escala 1:250,000.
- INEGI. 17 de 09 de 2021. Cuéntame, México. Obtenido de Glosario de términos. Disponible en: <http://cuentame.inegi.org.mx/glosario/r.aspx?tema=G>
- INEGI. 1981. Síntesis geográfica del Estado de México. Estado de México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI. 1998. Diccionario de Datos Hidrológicos de Aguas Subterráneas. México. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.
- INEGI. 2001. Síntesis de Información Geográfica del estado de México. Estado de México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

- INEGI. 2009. Guía para la interpretación de cartografía uso del suelo y vegetación. México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Serie III.
- INEGI. 2009a. Prontuario de información geográfica delegacional de los Estados Unidos Mexicanos. Venustiano Carranza, Distrito Federal. Clave geoestadística 09017.
- INEGI. 2009b. Prontuario de información geográfica delegacional de los Estados Unidos Mexicanos. Iztacalco, Distrito Federal. Clave geoestadística 09006.
- INEGI. 2009c. Prontuario de información geográfica delegacional de los Estados Unidos Mexicanos. Iztapalapa, Distrito Federal. Clave geoestadística 09007.
- INEGI. 2009d. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Nezahualcóyotl, México. Clave geoestadística 15058.
- INEGI. 2011. Carta de uso del suelo y vegetación. México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI. 2012. Guía para la interpretación de Cartografía hidrológica. México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI. 2017. Anuario estadístico y geográfico de la Ciudad de México. 2017.
- INEGI. 2017a. Anuario estadístico y geográfico de México 2017.
- INEGI. 2021a. Panorama sociodemográfico de la Ciudad de México. Censo de Población y Vivienda 2020.
- INEGI. 2021b. Panorama sociodemográfico de México. Censo de Población y Vivienda 2020.
- J. Skopek 1961. The influence of foundation depth on stress distribution. Procs. V International Congress on Soil Mechanics and Foundation Engineering. Vol. 1. París. Págs. 815 -818.
- Jiménez, J. y González, O. 2011. Pisos de vegetación de la Sierra de Catorce y territorios circundantes (San Luis Potosí, México). *Acta Botánica Mexicana* (94), 91-123.
- León J. L. y Reséndiz D. 1979. “A method estimate settlements of friction piles groups”, Memorias del VI Congreso Panamericano de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Cimentaciones, Lima, Perú.
- Leopold, L., Wolman, M., y Miller, J. 1984. Fluvial Processes in Geomorphology. San Francisco, California: W.H. Freeman.
- Lizcano, F. 2016. Una propuesta de regionalización para el Estado de México\*. *Contribuciones desde Coatepec*, 61.63.
- Lozano, S. y Sosa, S. 2015. Palynologic analysis of the Cenozoic in the Mexico basin: Pollen record of the Texcoco-I and San Lorenzo Tezonco wells. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 245-253.

- Mindlin R. D. 1974. Force at Point in the Interior of a Semi-Infinite Solid. *Physics* 7. págs. 195 – 202. ó también en Poulos and Davis E. H. “Elastic Solutions for Soil and Rock Mechanics”, Series In Soil Engineering, John Wiley and Sons, Inc. Nueva York.
- Moctezuma (2210), estado de Querétaro. Querétaro: Diario Oficial de la Federación.
- Mooser, F. 1975. Historia geológica de la cuenca de México. En Memoria de las Obras del Sistema de Drenaje Profundo del Distrito Federal, tomo 1 (pp. 7-38) y un mapa geológico a escala 1:200 000. México.
- Moreno, E. 2007. Características territoriales, ambientales y sociopolíticas del Municipio de Texcoco, Estado de México. *Quivera*, 177-206.
- Palma, D., Zavala, J., Bautista, F., Morales, M. y López, A., Shirma, E. y otros. 2017. Classification and cartography of soils in the state of Campeche, Mexico. *Agroproductividad*, 71-78.
- Protección Civil de la Ciudad de México. 2021. Disponible en: <http://data.proteccioncivil.cdmx.gob.mx/simulacros/CDMX/Situacion-sismica.html>VIII-30
- Raisz, E. 1964. Landforms of Mexico (mapa en escala 1:3 000 000). Cambridge, Mass.
- Rzedowski, J. 1957. Algunas asociaciones vegetales de los terrenos del Lago de Texcoco. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 21: 19-33.
- Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. México: Primera edición digital; Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Sánchez, J. (2017). Hidrología superficial y subterránea. España. Universidad de Salamanca. Depto de Geología.
- Scott, R. 1979. Subsidence – A review. Evaluation and prediction of subsidence. Florida: Civil Eng.
- SEMARNAT y CONAGUA. 2013. Ley Nacional de Aguas Nacionales y su Reglamento. Ciudad de México. Comisión Nacional del Agua.
- Servicio de Información sobre Sitios Ramsar. Ficha Informativa de Humedales de Ramsar. Sistema Lacustre Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco.
- Servicio Meteorológico Nacional. 2021. Climogramas 191-2010. Disponible en: <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/climogramas-1981-2010>
- Servicio Sismológico Nacional. 2021. Disponible en: <http://www.ssn.unam.mx/>
- SGM (Servicio Geológico Mexicano). 2021. Sismología en México. Disponible en: <https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Riesgos-geologicos/Sismologia-de-Mexico.html>



- Tarín M. y A. Velázquez. 1986. Lavado de suelos en el Ex-Lago de Texcoco. Ingeniería Hidráulica en México.
- Tomás, R., Herrera, G., Delgado, J. y Peña, F. 2009. Ground subsidence. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 17(3), 295-302.
- UACM. 2020. Descripción de indicadres: Superficie de suelo urbano. Madrid. Universidad Complutense Madrid.
- WRB, I. W. 2015. Base referencial mundial del recurso suelo, Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Informes sobre recursos mundiales de suelos 106. Roma: FAO.
- Yarza, d. E. 2003. Los volcanes del Sistema Volcánico Transversal. *Investigaciones*

### Vegetación y Flora

- Almazán-Núñez, R. Carlos; Puebla-Olivares, Fernando; Almazán-Juárez, Ángel Diversidad de aves en bosques de pino-encino del centro de Guerrero, México. 2009. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie). 25 (1): 123-142. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México
- Bojorges, B. J.C. y López-Mata L. 2005. Riqueza y Diversidad de aves en una selva mediana subperennifolia en el centro de Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 21(1):1-20.
- Chávez-Castañeda, N. y M.A. Gurrola-Hidalgo. 2007. Aves. En: A. Lot (Coord.) Guía ilustrada de la Cantera Oriente. Caracterización ambiental e inventario biológico. Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. Coordinación de la Investigación Científica, UNAM., D.F. México. Pp. 221-253
- INEGI. México. Guía para la interpretación de cartografía: uso del suelo y vegetación, escala 1:250, 000: serie VI / Instituto Nacional de Estadística y Geografía. -- México, INEGI, c2017. Vii, 204p.
- Magurran, A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 107 p.
- Margalef, D.R. 1958. Information Theory in Ecology. *General Systematics*, 3: 36-71.
- Menhinick, E.F. 1964. A Comparison of some Species-Individuals Diversity Indices Applied to Samples of Field Insects. *Ecology*, 45 (4): 859-861
- Mostacedo B y T. Fredericksen. 2000. *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*.
- Pia, L. Biodiversidad: Inferencia basada en el Índice de Shannon y la Riqueza. *Interciencia*. 31(8):583-590.
- Pielou, E.C. 1969. *An Introduction to Mathematical Ecology*. Wiley-Interscience John Wiley y Sons, 285 p.

- Ronald, E. McRoberts, Erkki O. Tomppo, Raymond, L. Czaplewski. Diseños de muestreo de las Evaluaciones Forestales Nacionales.
- Rzedowski, J., 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 504pp.
- Simpson, E.H. 1949. Measurement of Diversity. *Nature*, 163: 688.
- Ugalde-Lezama, S., Alcántara-Carbajal, J.L., Valdez-Hernández, I., Ramírez-Valverde, Velázquez-Mendoza, J., y Tarángo-Arámbula, L. A. 2010. Riqueza, abundancia y diversidad de aves de un bosque templado con diferentes condiciones de perturbación. *Agrociencia*, 44: 159-169.

## Fauna

- Álvarez-Romero, J. G., R. A. Medellín, A. Oliveras de Ita, H. Gómez de Silva y O. Sánchez. 2008. Animales exóticos en México: una amenaza para la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Ecología, UNAM, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, D.F., 518 pp.
- Arroyave, M., Gómez, C., Gutiérrez, M., Múnera, D., Zapata, P., Vergara, I., Andrade, L., y Ramos, K. 2006. Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. *Revista de la Escuela de Ingeniería de Antioquia* 5: 45-57.
- Ceballos, G. y Oliva, G., 2005. Mamíferos Silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica. Hong Kong.
- Flores-Villela, O. 1993. Herpetofauna mexicana: Lista anotada de las especies de anfibios y reptiles de México, cambios taxonómicos recientes, y nuevas especies. *Special Publication No. 17*. Carnegie Museum of Natural History. Pittsburgh.
- Flores-Villela, O. A. y García-Vázquez, U. (2014). Biodiversidad de reptiles en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad (Suplemento)*, 85, S467–S475.
- Forman, R.T., Sperling, D., Bissonette, J., Clevenger, A, Cutshall, C., Dale, V., Fahrig, L., France, R., Goldman, C., Heanue, K., Jones, J., Swanson, F., Turrentine, T. y Winter, T. 2003. *Road ecology: Science and solutions*. Island Press. Washington, DC.
- González, J. 2009. Identificación de afectaciones y actuaciones ambientales a tener en cuenta en el diseño y construcción de carreteras. Universidad de Sucre. Monografía, Facultad de Ingenierías. Sincelejo, Colombia.
- Hall, E. R. 1981. *The mammals of North America*. 2da. edición. John Wiley y Sons, New York, New York. 2:601--1181.
- Howell, S. N. G. y Webb, S. 1995. *A guide to the birds of Mexico and northern Central America*. Oxford University Press. Oxford, Inglaterra.

- López-Wilchis, R. y, J. López-Jardínez. 1998. Los mamíferos de México depositados en colecciones de estados Unidos y Canadá. Vol. 1. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, México.
- Medellín, R. A., Arita, H. y Sánchez, O. 1997. Identificación de los Murciélagos de México. Clave de Campo. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Publicaciones Especiales No. 2. México.
- Messmer, T., Deer, J.; Hum, C. 2008. Vehicle collision statistics and mitigation information: online sources 2 (1):131-135.
- Navarro-Sigüenza, A. G., Rebón-Gallardo, M. F., Gordillo-Martínez, A., Peterson, A. T., Berlanga-García, H. y Sánchez-González, L. A. 2014. Biodiversidad de aves en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, Supl. 85: S476-S495.
- Parra-Olea, G., Flores-Villela, O. y Mendoza-Almeralla, C. (2014). Biodiversidad de anfibios en México. Revista Mexicana de Biodiversidad Suplemento, 85, S460–S466.
- Plascencia, R., L., Castañón, B. A., Raz-Guzmán, A. 2011. La biodiversidad en México su conservación y las colecciones biológicas, Cienicas 101. Enero-marzp. Pp.36-43.
- Rajvanshi, A.; Mathur, V.; Teleki, G.; Y Mukherjee, S. 2001. Roads, sensitive habitats and wildlife, environmental guidelines for India and south Asia. Wildlife Institute of India, Canadian environmental collaborative Ltd. Toronto, Canada.
- Ramírez-Bautista, A., U. Hernández-Salinas, U. O. García-Chávez, A. Leyte-Manrique y L. Canseco-Márquez. 2009. Herpetofauna del Valle de México: Diversidad y conservación. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo 213 p.
- Wilson, D. E. y D. M. Reeder (eds.). 2005. Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference. 3ra edición. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. 2142 pp.

### Aspectos socioeconómicos

- Aguirre Quezada, J. P. 2017. Movilidad urbana en México. Disponible en: <http://bibliodigitalibd.senado.gob.mx/bitstream/handle/123456789/3391/Cuaderno%20de%20investigacio%CC%81n%2030%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ballesteros, L. y Dworak, F. 2015. Caminando hacia el futuro: Experiencia de movilidad en la Ciudad de México. México: Proyecto M2050.
- Congreso de la Ciudad de México. 2014. LEY DE MOVILIDAD DE LA CIUDAD DE MÉXICO. Ciudad de México. Disponible en: <https://www.congresocdmx.gob.mx/media/documentos/6299c5bdd0df4f6da6e540ab8613d2682b7d738b.pdf>

- Fernández Silva, P. Y., Suárez Lastra, M., y Quiroz Rothe, H. 2018. La movilidad en la Ciudad de México: Impactos, conflictos y oportunidades. Disponible en: <http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/download/149/138/712-2?inline=1>
- Gakenheimer, Ralph. 1998. Los problemas de la movilidad en el mundo en desarrollo. EURE (Santiago), 24(72), 33-52. <https://dx.doi.org/10.4067/S0250-71611998007200002>. Recuperado de: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0250-71611998007200002](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-71611998007200002)
- Gobierno de la ciudad de México. 2019. Informa SSC acerca de los límites de velocidad establecidos en el reglamento de tránsito. Ciudad de México. Disponible en: <https://www.ssc.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/644-informa-ssc-acerca-de-los-limites-de-velocidad-establecidos-en-el-reglamento-de-transito>
- Gobierno del Estado de México. 2014. INICIATIVA CON PROYECTO DE DECRETO QUE PROMULGA LA LEY DE MOVILIDAD Y TRANSPORTE DEL ESTADO DE MÉXICO Y QUE REFORMA DIVERSOS DISPOSITIVOS DE LA LEY ORGÁNICA DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA DEL ESTADO DE MÉXICO EN DICHA MATERIA. Toluca. Disponible en: [https://www.ipomex.org.mx/recursos/ipo/files\\_ipo/2017/1/12/5e56d7548696f58a47be23711abb1f03.pdf#:~:text=El%20objeto%20de%20la%20presente,dentro%20del%20Estado%20de%20M%C3%A9xico](https://www.ipomex.org.mx/recursos/ipo/files_ipo/2017/1/12/5e56d7548696f58a47be23711abb1f03.pdf#:~:text=El%20objeto%20de%20la%20presente,dentro%20del%20Estado%20de%20M%C3%A9xico).
- INEGI. 2017. Encuesta Origen-Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México. Disponible en: [https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/eod/2017/doc/resultados\\_eod\\_2017.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/eod/2017/doc/resultados_eod_2017.pdf)
- Mancilla, L. I. B., y Camargo, F. D. 2015. Caminando hacia el futuro. Experiencia de movilidad en la Ciudad de México. Proyecto M2050.
- Martínez Rodríguez, María Concepción, y Salazar López, Alfredo, y Gómez Farías Mata, Emmanuel. 2018. Análisis de la acción pública derivado del Programa ambiental “Hoy No Circula” en Ciudad de México. Revista VIA IURIS, (25),1-35. [fecha de Consulta 21 de octubre de 2021]. ISSN: 1909-5759. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=273960279006>
- Martínez, T. 2015. Movilidad en el DF, a vuelta de rueda: 25 kilómetros por hora. El Financiero. Disponible en: <https://www.elfinanciero.com.mx/economia/en-que-ciudad-del-pais-circulas-mas-lentamente-no-es-el-df/>
- MÉXICO, E. (10). Estrategias de movilidad para un Estado de México competitivo, seguro y sustentable, hacia una red de transporte en la ZMVM. México: Embarq México. Disponible en: [http://mexico.itdp.org/wp-content/uploads/EDOMEX\\_VF.pdf](http://mexico.itdp.org/wp-content/uploads/EDOMEX_VF.pdf)

Molina, C. M. 2016. Mejorar la calidad del aire en el Valle de México es urgente y un gran reto para la sociedad. Consultado en <https://centromariomolina.org/mejorar-la-calidad-del-aire-en-el-valle-de-mexico-es-urgente-y-un-gran-reto-para-la-sociedad>. Disponible en: [https://centromariomolina.org/wp-content/uploads/2016/03/Comunicado\\_Mejorar\\_calidad\\_aireZMVM.pdf](https://centromariomolina.org/wp-content/uploads/2016/03/Comunicado_Mejorar_calidad_aireZMVM.pdf)

Muñúzuri, S., y Rodríguez-Arana, M. 2015. Movilidad urbana en la Ciudad de México: una revisión propositiva. *Política y gestión ambiental*, 63-70.

Sistema de Transporte Colectivo. 2020. Cifras de Operación en el STC. Ciudad de México. Disponible en: <https://www.metro.cdmx.gob.mx/operacion/cifras-de-operacion>.

### Medidas de mitigación

Castañeda Gutiérrez M.L. (2010). Evaluación comparativa de los pasos peatonales elevados y subterráneos en Bogotá.

Reséndiz. H.D. Sin fecha. Georreferenciación de puentes peatonales en Ciudad de México y su relación con peatones atropellados.