



La Delegación Federal de la SEMARNAT en el Estado de Puebla, clasifica los datos personales de las personas físicas identificadas o identificables, contenidos en las **“Manifestaciones en Materia de Impacto Ambiental”**, consistentes en: **RFC, domicilio particular, teléfono, correo electrónico, número de credencial de elector de personas físicas y monto de inversión** por considerarse información confidencial, con fundamento en el artículo 113, fracción I, de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública y 116 primer párrafo de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por el Comité de Transparencia mediante **RESOLUCIÓN 103/2018/SIPOT**, en la sesión celebrada el **05 de octubre de 2018**.



LIC. DANIELA MIGOYA MASTRETTA
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES
DELEGACIÓN FEDERAL
ESTADO DE PUEBLA
SEMARNAT





Construcción y Operación de la
Granja Acuícola “Axolotl”,
Laguna de Chignahuapan,
Chignahuapan, Puebla.

Manifestación de Impacto Ambiental

Promovente:

Contenido

I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental.	9
I.1 Proyecto.....	9
I.1.1 Nombre del proyecto.....	9
I.1.2 Ubicación del proyecto.....	9
I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto (acotarlo en años o meses).....	9
I.1.4 Presentación de la documentación legal.....	10
I.2 Promovente.....	10
I.2.1 Nombre o razón social	10
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente	10
I.2.3 Nombre y cargo del representante legal	10
I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal.....	10
I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental.....	10
I.3.1 Nombre o razón social.	10
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP	11
I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio.....	11
I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio.....	11
II. Descripción del proyecto.	12
II.1 Información general del proyecto.	12
II.1.1 Naturaleza del proyecto.	13
II.1.2 Ubicación física del proyecto y planos de localización.	15
II.1.3 Inversión requerida	32
II.2 Características particulares del proyecto.....	38
II.2.1 Información biotecnológica de las especies a cultivar	41
II.2.2 Descripción de las obras principales del proyecto.....	46
II.2.3 Descripción de las obras asociadas al proyecto.....	47
II.2.4 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.	47
II.3 Programa General de Trabajo.....	48

II.3.1 Descripción de las actividades de acuerdo con la etapa del proyecto.	48
II.3.2 Etapa de abandono del sitio.....	49
II.3.3 Otros Insumos	49
III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación de uso de suelo.....	51
III.1 Análisis de los instrumentos normativos.....	51
III.1.1 Leyes Federales.	52
III.1.2 Leyes Estatales y sus reglamentos.....	59
III.2 Vinculación con los Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio, Áreas Naturales Protegidas u otras zonificaciones prioritarias para la conservación y regulación del uso del suelo	64
III.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio	65
III.2.2 Planes o Programas de Desarrollo Urbano Estatales o Municipales.....	72
III.3 Programas de Recuperación y Restablecimiento de las Zonas de Restauración Ecológica	74
III.3.1 Áreas de Importancia para la conservación de Aves (AICAS).....	74
III.3.2 Regiones Terrestres Prioritarias.....	77
III.3.3 Regiones Hidrológicas Prioritarias.	80
III.3.4 Áreas Naturales Protegidas.	84
III.4 Normas Oficiales Mexicanas (NOM).	86
III.5 Análisis Integral de la viabilidad del proyecto	87
IV: Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto. Inventario ambiental.....	88
IV.1 Delimitación del área de estudio.....	88
IV.2 Delimitación del Área de Influencia	93
IV 2.1 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental.....	95
IV.2.2 Aspectos bióticos.....	145
IV.2.3 Paisaje	149
IV.2.4 Medio socioeconómico	151
IV.2.5 Diagnóstico ambiental.	157

IV.2.6 Integración e interpretación del inventario ambiental.	159
V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales.	162
V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.	163
V.2 Actividades a realizar en el proyecto.	165
V.2.1 Acciones y factores.	166
V.2.2 Impactos generados.	169
V.2.3 Matriz de importancia.	175
V.2.4 Lista indicativa de indicadores de impacto.	180
VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales.	183
VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental.	183
VI.2 Impactos residuales.	187
VII. Pronósticos ambientales y en su caso, evaluación de alternativas	188
VII.1 Pronósticos del escenario.	188
VII.1.1 Escenario sin Proyecto.	188
VII.2 Programa de Vigilancia Ambiental.	192
VII.3 Conclusiones	195
VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.	196
VIII.1 Formatos de presentación.	196
VIII.1.1 Fotografías.	196
VIII.2 Otros anexos.	196
VIII.3 Glosario de términos.	196

ÍNDICE DE CARTAS.

Carta 1. Macro y micro localización de la zona del proyecto	16
Carta 2. Seccionamiento del primer vaso con dos propuestas que están ubicadas en los cadenamientos 0+280 y 0+500	19
Carta 3. Seccionamiento del segundo vaso con 3 propuestas, ubicadas en los cadenamientos 0+300, 0+600 y 0+900.	20
Carta 4. Nivelación diferencial de la laguna Almoloya.	21
Carta 5. Ubicación del cuerpo de agua.	22
Carta 6. Mapa con curvas batimétricas del Vaso 2, cada curva de nivel indica medio metro de profundidad.	23
Carta 7. Unidades Biofísicas Ambientales.	25
Carta 8. Áreas de Importancia para la Conservación de Aves.....	26
Carta 9. Regiones Terrestres Prioritarias.	27
Carta 10. Regiones Hidrológicas Prioritarias.	28
Carta 11. Áreas Naturales Protegidas.	29
Carta 12. Ubicación del Proyecto respecto a las UAB's	68
Carta 13. Unidad Ambiental Biofísica	69
Carta 14. Distancias del proyecto a las Áreas de Importancia para la Conservación de Aves.	76
Carta 15. Distancias del proyecto a las Regiones Terrestres Prioritarias.....	79
Carta 16. Distancias del proyecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias	83
Carta 17. Distancias del proyecto a las Áreas Naturales Protegidas	85
Carta 18. Ubicación del sistema ambiental.....	90
Carta 19. Geología presente en la zona de estudio.	101
Carta 20. Edafología presente en la Cuenca de Almoloya.	108
Carta 21. Sismicidad.	109
Carta 22. Largo y ancho máximos de la cuenca.....	115
Carta 23. Análisis del comportamiento de la pendiente de la cuenca mediante el uso de Arc Gis.	122
Carta 24. Ordenes de corriente presentes en la cuenca de la laguna de Almoloya.	128

Carta 25. Cauce principal de la cuenca de alimentación.	130
Carta 26. Delimitación de áreas de influencia de estaciones climatológicas por polígonos de Thissen.	134
Carta 27. Uso del suelo presente en la cuenca de la laguna de Almoloya.	148

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Características principales de la Laguna de Almoloya.	14
Tabla 2. Coordenadas de aportación del Vaso 2.	16
Tabla 3. Coordenadas del Vaso 2.	17
Tabla 4. Producción de Trucha Arcoíris en el Estado de Puebla.	31
Tabla 5. Infraestructura Productiva.	33
Tabla 6. Cuadro de ganancias del proyecto.	33
Tabla 7. Utilidad generada por la producción de Trucha arcoíris.	35
Tabla 8. Valuación con método de Flujo de Caja.	35
Tabla 9. Cuadro de ingresos y egresos sobre la pesca deportiva.	36
Tabla 10. Ingresos Turísticos del Municipio de Chignahuapan.	36
Tabla 11. Costos de las medidas preventivas.	38
Tabla 12. Programa general de trabajo.	48
Tabla 13. Unidad Ambiental Biofísica.	67
Tabla 14. Estrategias de la Región Ecológica 16.10.	69
Tabla 15. NOM's aplicables en materia de residuos.	86
Tabla 16. NOM's aplicables en materia de Vida Silvestre.	86
Tabla 17. Coeficientes de compacidad.	114
Tabla 18. Categorización por índice de alargamiento.	115
Tabla 19. Categorización por coeficiente de masividad.	116
Tabla 20. Categorización por rango de pendiente.	117
Tabla 21. Superficie por curva de nivel.	118
Tabla 22. Superficie de la cuenca de Almoloya por cota de altura.	120
Tabla 23. Ordenes de corriente en las cuencas.	127
Tabla 24. Número de corrientes por tipo de orden en la cuenca de aportación.	127

Tabla 25. Relación de bifurcación de los órdenes de corriente en la cuenca de Almoloya.	129
Tabla 26. Pendiente del cauce principal.	132
Tabla 27. Datos de estaciones meteorológicas	134
Tabla 28. Temperatura máxima, media y mínimas registradas en la estación climatológica 21140, Chignahuapan, del periodo 1951-2010.....	135
Tabla 29 Temperatura máxima, media y mínimas registradas en la estación climatológica 21126, Loma Alta, del periodo 1951-2010.....	136
Tabla 30. Precipitación y evapotranspiración de la estación climatológica 21140, Chignahuapan, del periodo 1951-2010.	138
Tabla 31. Precipitación y evapotranspiración registrada en la climatológica 21126, Loma Alta, en el periodo 1951-2010.	140
Tabla 32. Concentrado de datos climatológicos.	142
Tabla 33 Volumen mensual en la cuenca de alimentación.	145
Tabla 34. Estructura de la población en el municipio de Chignahuapan, Puebla.....	151
Tabla 35. Población económicamente activa y ocupada por sector en el municipio de Chignahuapan.....	157
Tabla 36. Criterios de Evaluación de Impactos.....	177
Tabla 37. Medidas de prevención y mitigación en el rubro de Ruido.	183
Tabla 38. Programa de implementación de medidas en el rubro de Ruido.....	183
Tabla 39. Medidas de prevención y mitigación en el rubro de Agua.....	184
Tabla 40. Programa de implementación de medidas en el rubro de Agua.....	184
Tabla 41. Medidas de prevención y mitigación en el rubro de Suelo.	185
Tabla 42. Programa de implementación de medidas en el rubro de Suelo.....	186
Tabla 43. Pronósticos ambientales resultado de las medidas propuestas.	190

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Estructura de una jaula flotante	40
Figura 2. Morfología interna de la trucha, con la siguiente numeración:	42
Figura 3. Cuadrícula de apoyo para el cálculo de la pendiente por método de Horton. ...	123
Figura 4. Tipos de endorreísmo de cuencas hidrográficas.	125
Figura 5. Modelos de drenaje identificados en México.	126
Figura 6. Perfil del cauce principal de la cuenca de alimentación.	131

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

I.1 Proyecto.

De conformidad con los lineamientos en materia de legislación ambiental, en áreas de jurisdicción federal; se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular, Sector Acuícola, para su análisis y evaluación con la finalidad de obtener la autorización en materia de impacto ambiental y con ello lograr el desarrollo del proyecto denominado “**Construcción y Operación de la Granja Acuícola, Axolotl, Laguna de Chignahuapan, Chignahuapan, Puebla**”, el cual consiste en la construcción de 20 jaulas y un restaurante flotante; con una producción estimada de 20 toneladas anuales de trucha arcoíris (*Oncorhynchus Mykiss*).

I.1.1 Nombre del proyecto.

Construcción y Operación de la Granja Acuícola “Axolotl”, Laguna de Chignahuapan, Chignahuapan, Puebla”.

I.1.2 Ubicación del proyecto.

Localidad: Laguna de Chignahuapan.

Municipio: Chignahuapan.

Entidad Federativa: Puebla.

I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto (acotarlo en años o meses).

Las obras propuestas tendrán un tiempo de construcción de _____, a partir del tercer mes se contempla la puesta en marcha de actividades de producción acuícola; únicamente en una infraestructura de 5 jaulas flotantes.

A partir del mes 7, se contempla el inicio de producción en ___ jaulas flotantes más, teniendo como resultado en el mes 12, un máximo de operación de ___ jaulas flotantes. En lo referente a la construcción del restaurante flotante, este iniciara su construcción en el periodo comprendido del mes 12 al mes 20, al igual que las ___ jaulas flotantes restantes. Con esto

se estima que a partir del mes 24 se encuentre construida y en funcionamiento la infraestructura de ___ jaulas y un restaurante flotante. Considerando que la infraestructura tendrá un tiempo de vida útil de máximo 50 años, contemplando mantenimientos preventivos cada ___ años.

I.1.4 Presentación de la documentación legal.

- Identificación oficial (credencial de elector).
- Comprobante de domicilio.
- RFC.
- CURP.

I.2 Promovente.

I.2.1 Nombre o razón social

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

No aplica.

I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal

I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental.

I.3.1 Nombre o razón social.

ISO BIO AMBIENTAL S. DE R.L. DE C.V.

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio

Nombre:

Registro Federal de Contribuyentes:

Número de Cédula Profesional:

I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio

Calle:

Colonia:

Localidad:

Municipio:

Entidad Federativa:

C.P.

Teléfono:

Correo electrónico:

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

II.1 Información general del proyecto.

El proyecto se enfoca en la construcción de la Unidad de Producción Acuícola denominada "Axolotl", ubicada en la Laguna de Chignahuapan, del municipio de Chignahuapan, en el estado de Puebla. El promovente pretende realizar actividades de acuicultura en condiciones de cumplimiento ambiental y sujeto a las disposiciones aplicables en la materia, por lo cual somete el presente estudio a la evaluación correspondiente.

La unidad de producción de trucha arcoíris (*Oncorhynchus Mykiss*), se conformará por un total de 20 jaulas flotantes, para engorda de organismos y un restaurante flotante.

El proyecto se deriva de la motivación impulsada por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), a través de la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA), con el objetivo de fomentar las actividades de producción de alimentos con alto contenido nutrimental en las zonas rurales del estado; y a su vez impulsar las actividades de ecoturismo responsable mediante el desarrollo innovador de proyectos sustentables.

La construcción de la infraestructura de jaulas flotantes se llevará a cabo en tierra, a través de proveedores especializados quienes, una vez que se encargaran de la instalación de las estructuras en el embalse, esta actividad consiste únicamente en introducir mediante acciones mecánicas las jaulas (previamente armado en tierra) y ensamblar las partes flotantes del restaurante (previamente armado en tierra).

Se contempla que la obra no incluya actividades de derribo ni extracción de materiales, por lo tanto, se prevé que el presente proyecto sea sometido únicamente a evaluación del impacto ambiental, tal y como lo tipifica el Artículo 5 del inciso U fracción del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

II.1.1 Naturaleza del proyecto.

El plan nacional de desarrollo 2013-2018, menciona a través del Programa para Democratizar la Productividad 2013-2018, en la estrategia 2.4 (Establecer programas integrales dirigidos a elevar la productividad de los productores rurales, especialmente de los pequeños productores), en el apartado 2.4.2. que a la letra dice: *PROMOVER LAS INVERSIONES EN LA INFRAESTRUCTURA NECESARIA PARA FACILITAR LA COMERCIALIZACIÓN Y EL ACCESO A LOS MERCADOS*; y en el apartado 2.4.4, que a la letra dice *ARTICULAR LAS POLÍTICAS PUBLICAS DIRIGIDAS A LOS PEQUEÑOS PRODUCTORES AGRÍCOLAS, EN PARTICULAR AQUELLOS QUE HABITAN EN ZONAS MARGINADAS*. Por lo anterior este proyecto nace a razón de la nueva visión del sector acuícola nacional, el cual pretende desarrollar un subsector productivo, competitivo y sustentable que contribuya a la seguridad alimentaria, a través de ofrecer alimentos de alto valor nutricional de calidad y a precios accesibles mediante el desarrollo estratégico de la acuicultura rural y comercial en aguas interiores, como es el caso del Estado de Puebla, que permitan la mejora de la calidad de los volúmenes necesarios para el consumo nacional (Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario Pesquero y Alimentario 2013-2018). En referencia a esta estrategia de desarrollo, los pequeños productores acuícolas, como es el caso del Sr. _____, quien pretende emprender un proyecto de producción de especies acuícolas con fines comerciales, específicamente engorda de *Oncorhynchus Mykiss*, en la superficie conocida como Vaso 2, de la Laguna de Chignahuapan, Puebla.

La producción de trucha en México en los últimos años ha crecido significativamente. Las condiciones medioambientales y la presencia de recursos hídricos de óptimas condiciones fisicoquímicas para esta actividad acuícola han potencializado su crecimiento. La Laguna de Chignahuapan, también conocida comúnmente como "Laguna de Almoloya" se localiza aproximadamente a _____

El presente proyecto pretende desarrollarse en la zona conocida como Vaso 2, el cual cuenta con las características de calidad de agua favorables para la producción de trucha

arcoíris. Actualmente esta zona se encuentra impactada por actividades antropogénicas, se observa invadida por lirio acuático y carece de algún programa de manejo que promueva el mantenimiento adecuado para conservar las condiciones del embalse, que permitan atraer al turismo y generar derrama económica para la región. El retiro de maleza acuática se realiza esporádicamente (dos veces al año) de manera manual por el club de pesca deportiva de la región. Sin embargo, la calidad del agua que presenta cumple con los parámetros requeridos para el cultivo de trucha arcoíris, es por ello por lo que se busca desarrollar un proyecto sustentable de producción de la especie *Oncorhynchus Mykiss*, que genere empleos y derrama económica a nivel regional y estatal.

Tabla 1. Características principales de la Laguna de Almoloya.

Nombre.	Laguna de Almoloya.
Sistema:	Lentico
Tipo:	Artificial
Ecosistema:	Lacustre
Tipo de Subcuenca:	Exorreica
Tipo de corriente:	Flujo gravitacional al norte

Mediante la visita de campo que realizo el equipo técnico de esta consultoría, se identificó que este predio cuenta con condiciones aptas para la construcción de infraestructura que no implica el derribo de organismos forestales, ni la perturbación de especies de flora y fauna, ya que la construcción se realizará fuera del sitio del proyecto. En el caso de las jaulas flotantes, estas se adquieren fabricadas en su totalidad y el equipo proveedor se encarga de entregarlas y colocarlas en flotación en el sitio del proyecto.

En la laguna de Chignahuapan predominan los climas que pertenecen al tipo “C(w1)” por ser templados, subhúmedos, la temperatura media anual en esta zona varía entre 12 y 18°C, la precipitación total anual entre 700 y 1500 mm y el porcentaje de lluvia invernal es menor a 5 mm; en donde se pueden desarrollar adecuadamente la producción acuícola de especies como carpa de Israel (*Cyprinus carpio*), trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) y lobina (*Micropterus salmoides*). Sin embargo los fines particulares del presente proyecto

pretenden únicamente el cultivo de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) y la implementación de un método de control de introducciones intencionales de especies como carpa de Israel (*Cyprinus carpio*) y lobina (*Micropterus salmoides*), ya que estas son introducidas arbitrariamente a la laguna por pescadores deportivos y otros actores no identificados de la región. Si bien es cierto que la laguna carece de la presencia de especies acuáticas nativas o endémicas, el presente proyecto pretende promover a través de acciones informativas de educación ambiental, la existencia de organismos emblemáticos como son el ajolote o “axolotl” con quienes los pobladores chignahuapences, sienten arraigo sociocultural. Parte de la estrategia consiste en realizar proyecciones (videos o presentaciones digitales) referentes a la importancia biocultural de este organismo en las instalaciones del restaurante flotante. Otra de las acciones importantes referentes a la conservación del embalse, serán las actividades continuas de retiro de lirio acuático y limpieza perimetral del vaso 2 de la Laguna de Chignahuapan. Las cuales actualmente no se realizan, debido al costo económico que implican, es por ello que como parte de las medidas de mitigación del presente proyecto se contempla el mantenimiento continuo del vaso 2.

II.1.2 Ubicación física del proyecto y planos de localización.

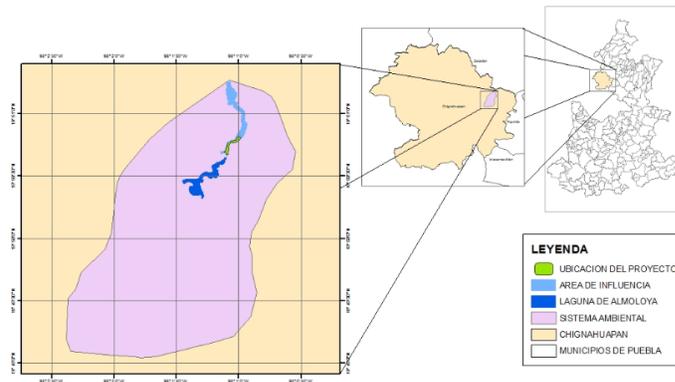
El proyecto se ubicará en el Vaso 2, mismo que se localiza entre los _____ longitud oeste, este vaso es alimentado en orden de importancia por el agua proveniente del vaso 1 (según sea el manejo de las 2 compuertas radiales que dividen el vaso 1 del vaso 2), 6 manantiales que no son explotados (no tienen uso potable, agrícola ni algún otro), 8 escurrimientos de aguas residuales (drenaje), 2 escurrimientos pluviales y por la lluvia captada por el propio vaso 2.

El vaso 2 de la laguna de Chignahuapan es alimentado en orden de importancia: por el agua proveniente del vaso 1, por la lluvia captada por el propio vaso 2 y por escurrimientos pluviales. Las entradas de drenaje al vaso 2 del lago se localizan en las coordenadas que se presentan a continuación.

Tabla 2. Coordenadas de aportación del Vaso 2.

Aportaciones	Nomenclatura	Geográficas	
		Latitud	Longitud
Manantiales	M5		
	M6		
	M7		
	M8		
	M9		

En el vaso 2 de la laguna existen ___ extracciones de agua que son de manantial, 3 de ellas se aprovechan para abastecer de agua potable a la comunidad, además de utilizar a 4 de ellos para riego agrícola. Recibe aportaciones de manantiales, descargas pluviales y descargas residuales en la parte final del mismo.



Carta 1. Macro y micro localización de la zona del proyecto

Tabla 3. Coordenadas del Vaso 2

Lado	Este (X)	Norte (Y)	Latitud	Longitud
1	602,822.38	2,195,681.74	19°51'16.26"	98°1'4.72"
2	602,869.74	2,195,567.55	19°51'12.54"	98°1'3.12"
3	602,951.21	2,195,500.56	19°51'10.34"	98°1'0.33"
4	602,928.20	2,195,408.02	19°51'7.34"	98°1'1.14"
5	602,942.48	2,195,347.45	19°51'5.36"	98°1'0.66"
6	602,999.21	2,195,278.03	19°51'3.10"	98°0'58.72"
7	603,059.72	2,195,195.59	19°51'0.40"	98°0'56.66"
8	603,059.73	2,195,116.26	19°50'57.82"	98°0'56.68"
9	603,070.43	2,195,061.96	19°50'56.05"	98°0'56.32"
10	603,084.04	2,194,976.61	19°50'53.28"	98°0'55.87"
11	603,065.61	2,194,912.77	19°50'51.20"	98°0'56.51"
12	603,025.87	2,194,827.77	19°50'48.45"	98°0'57.90"
13	602,894.72	2,194,741.42	19°50'45.66"	98°1'2.42"
14	602,832.99	2,194,713.11	19°50'44.75"	98°1'4.55"
15	602,827.05	2,194,616.14	19°50'41.60"	98°1'4.78"
16	602,791.21	2,194,590.27	19°50'40.76"	98°1'6.01"
17	602,736.24	2,194,577.88	19°50'40.37"	98°1'7.90"
18	602,723.45	2,194,639.52	19°50'42.38"	98°1'8.33"
19	602,756.83	2,194,629.27	19°50'42.04"	98°1'7.19"
20	602,790.45	2,194,692.07	19°50'44.08"	98°1'6.02"
21	602,812.65	2,194,761.66	19°50'46.33"	98°1'5.24"
22	602,913.41	2,194,799.32	19°50'47.54"	98°1'1.77"
23	602,967.29	2,194,908.49	19°50'51.08"	98°0'59.90"
24	603,002.81	2,195,041.83	19°50'55.41"	98°0'58.65"
25	602,999.36	2,195,143.17	19°50'58.71"	98°0'58.75"
26	602,966.67	2,195,213.09	19°51'00.99"	98°0'59.86"
27	602,892.68	2,195,269.64	19°51'02.84"	98°1'2.39"
28	602,822.34	2,195,300.08	19°51'03.85"	98°1'4.80"
29	602,821.47	2,195,300.37	19°51'03.86"	98°1'4.83"
30	602,792.92	2,195,405.52	19°51'07.28"	98°1'5.79"

Lado	Este (X)	Norte (Y)	Latitud	Longitud
31	602,783.98	2,195,491.32	19°51'10.07"	98°1'6.08"
32	602,789.64	2,195,580.93	19°51'12.99"	98°1'5.87"
33	602,787.45	2,195,627.96	19°51'14.52"	98°1'5.93"
34	602,786.07	2,195,646.40	19°51'15.12"	98°1'5.98"
1	602,786.07	2,195,646.45	19°51'15.12"	98°1'5.98"
Área = 105 510.87 m ²				

En el Vaso 2 se encontró suelo tipo "Hh+Lc+I/2/D". Las características generales de estos suelos según la clasificación del INEGI se describen a continuación:

Feozem háplico (Hh). Suelos que solo poseen las características descritas para la Unidad de Feozem. (Suelos que presentan una capa superficial oscura, suave, **rica en materia orgánica** y en nutrientes (Horizonte A Mólico), pero carecen de horizontes cálcicos, gípsicos y de concentraciones de cal pulverizada (blanda) dentro de los 125 cm superficiales. Estos suelos no presentan problemas de sodicidad, aunque pueden ser poco salinos).

Como suelos secundarios:

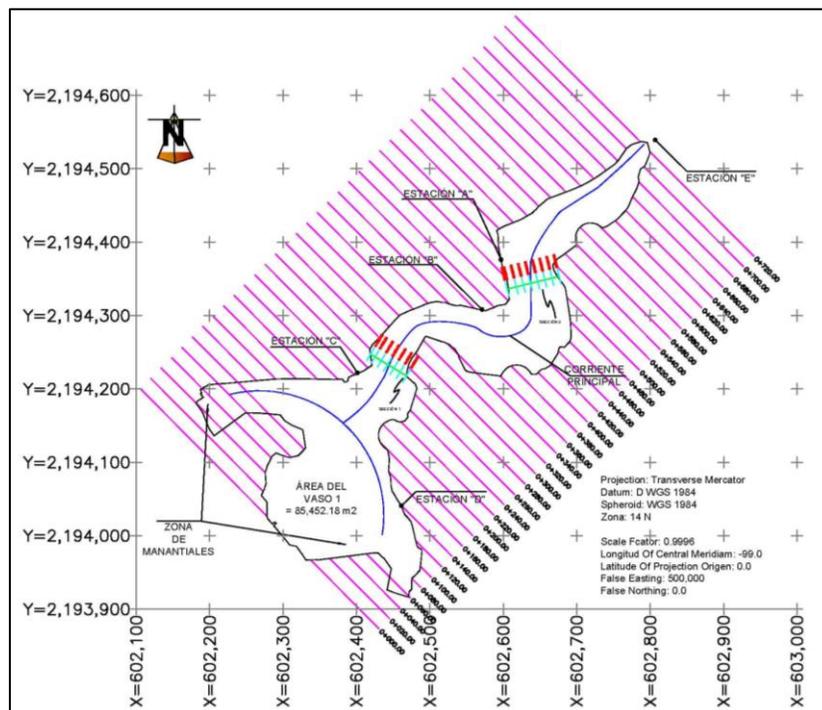
Luvisol (L). Estos suelos contienen una **gran cantidad de arcilla** por lo que presentan coloración rojiza, parda o gris; son característicos de zonas templadas por lo que se encuentran asociados con bosques templados; su vocación natural es la forestal, sin embargo, se pueden utilizar con buenos resultados en la ganadería sembrando pastizales, pero su rendimiento en la agricultura es bajo.

El sitio donde se establecerá el proyecto o el cuerpo de agua que se aprovechará para el cultivo.

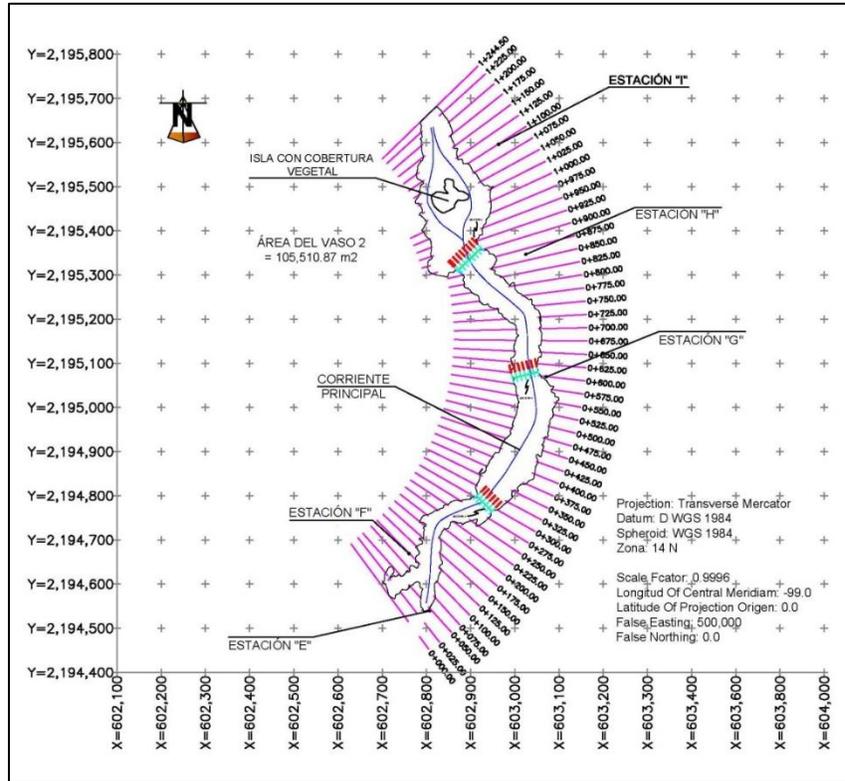
Tomando como referencia el estudio topobatemétrico realizado en 2014, se obtuvo una representación de la topografía subacuática del vaso 2; información con la cual se pudieron determinar los datos que se mencionan a continuación:

- Área del espejo: 105, 510.87 m².
- Perímetro: 3,549.72 m.
- Volumen de agua actual: 88,823.44 m³.
- Profundidad máxima: 1.25 m.
- Longitud Máxima: 1, 244.50 m.
- Amplitud máxima de la laguna 168 m.

Para la ejecución de la topo batimetría se establecieron 5 secciones en la Laguna, dos en el primer vaso y tres en el segundo vaso:



Carta 2. Seccionamiento del primer vaso con dos propuestas que están ubicadas en los cadenamientos 0+280 y 0+500

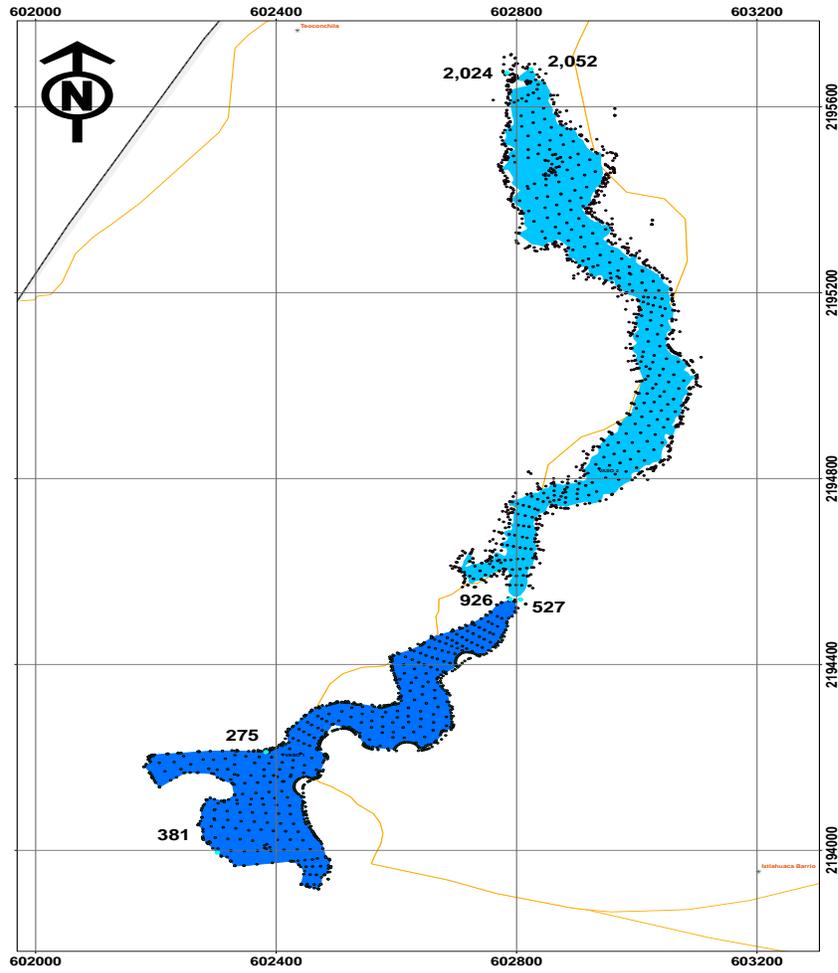


Carta 3. Seccionamiento del segundo vaso con 3 propuestas, ubicadas en los cadenamientos 0+300, 0+600 y 0+900.

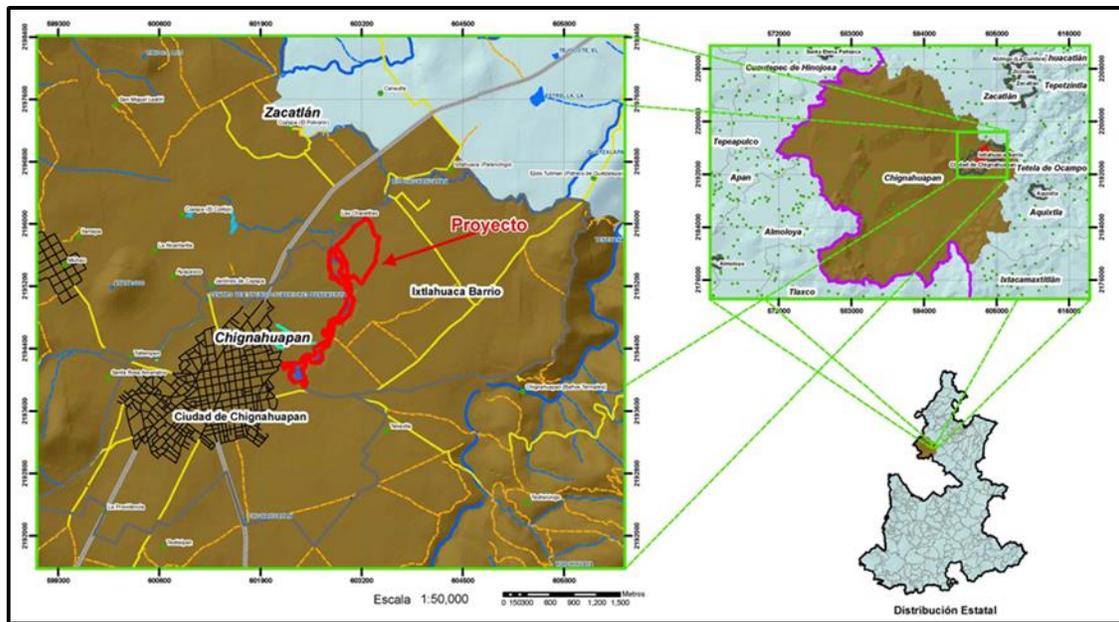
La nivelación diferencial de la laguna tanto para el vaso 1 y vaso 2 es la siguiente:

En el cadenamiento 0+000.00, punto 381 tenemos una altura en el bordo de mampostería de 2,257.088, el punto del espejo del agua se encuentra a una altura de 2.255.49 el punto que lo representa es el 275, terminando en el cadenamiento 0 + 720 el espejo del agua en el Vaso 1.

El puente que divide el Vaso 1 y Vaso 2, está a una altura de 2,255.956 tal como lo muestre el punto 527 de la “Estación E”, el punto que representa el espejo del agua es el 926, siguiendo el espejo del agua hasta el cadenamiento 0 + 1,244.50, en el punto 2,052 con una altura de 2,255.241, se tomó el punto 2,024 donde está la última descarga D9, a una altura de 2,253.0820.



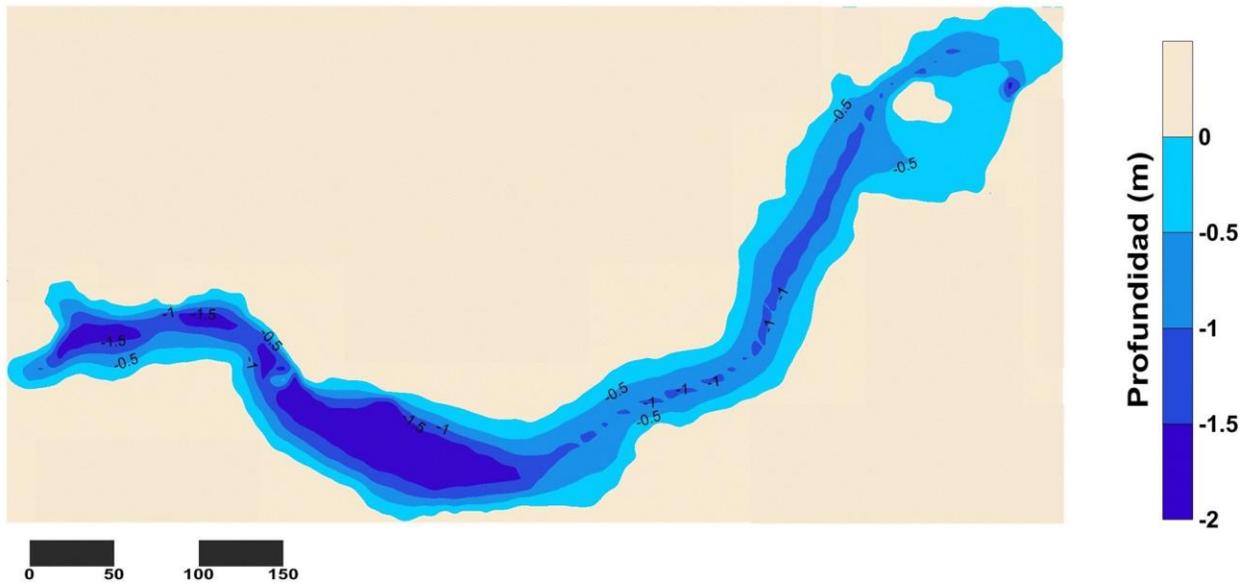
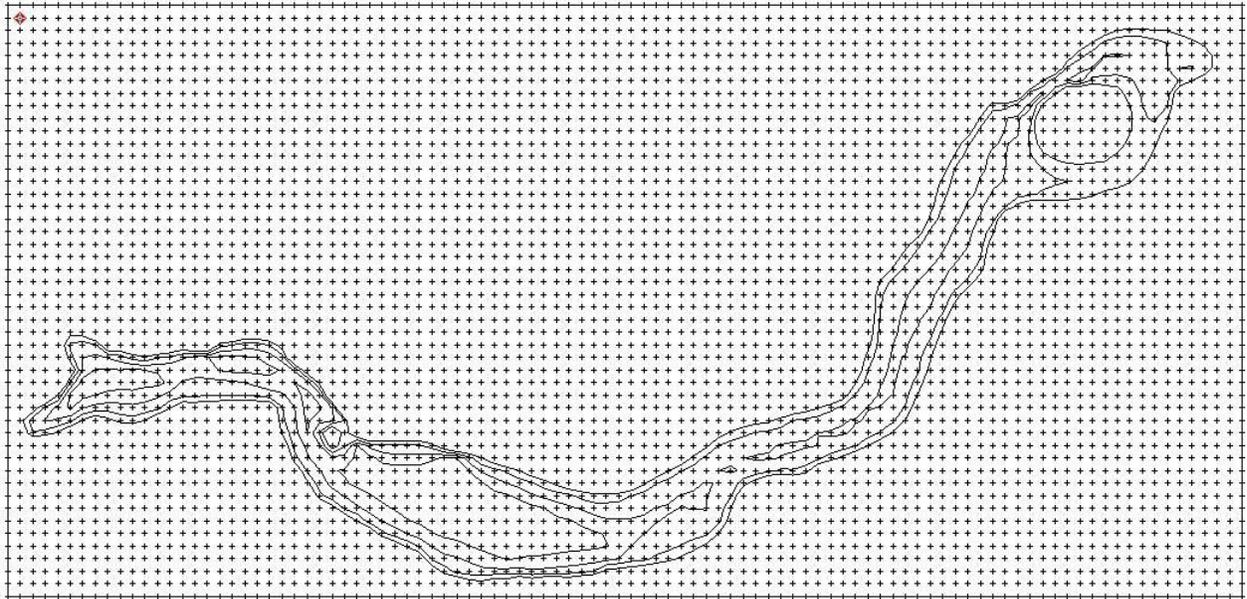
Carta 4. Nivelación diferencial de la laguna Almoloya.



Carta 5. Ubicación del cuerpo de agua.

El Vaso 2 presenta una superficie del espejo de agua de 90,029.04 m² una anchura máxima de 121 m, una longitud máxima de 455 m y un volumen total de almacenamiento para 71,564.93 m³, la profundidad máxima fue de 1.82 m y una profundidad media de 0.79 m.

A diferencia de los sistemas naturales, la columna de agua de los pequeños cuerpos de agua artificiales es fluctuante, se llenan por el agua de lluvia y del escurrimiento; mientras que su disminución en la temporada seca del año, favorece el descenso de nivel, proceso que se puede describir con base en la secuencia de la relación precipitación/evaporación y como la columna de agua se puede considerar una disolución constituida por una variedad de compuestos, las variaciones de volumen establecen etapas de dilución y concentración de los materiales en solución; la primera corresponde con el incremento del volumen, mientras que la segunda con el descenso del mismo. Al ser sistemas artificiales, contruidos con propósitos múltiples, la dinámica de los usos del agua puede modificar el esquema ya mencionado, aunque los pequeños cuerpos de agua artificiales se han convertido en el eje de las actividades productivas, tanto de manejo múltiple tradicional de autoconsumo como comercial.



Carta 6. Mapa con curvas batimétricas del Vaso 2, cada curva de nivel indica medio metro de profundidad.

Presencia de áreas naturales protegidas o bien zonas que sean relevantes por sus características ambientales, como áreas de vegetación sumergida, sitios de anidación, entre otras.

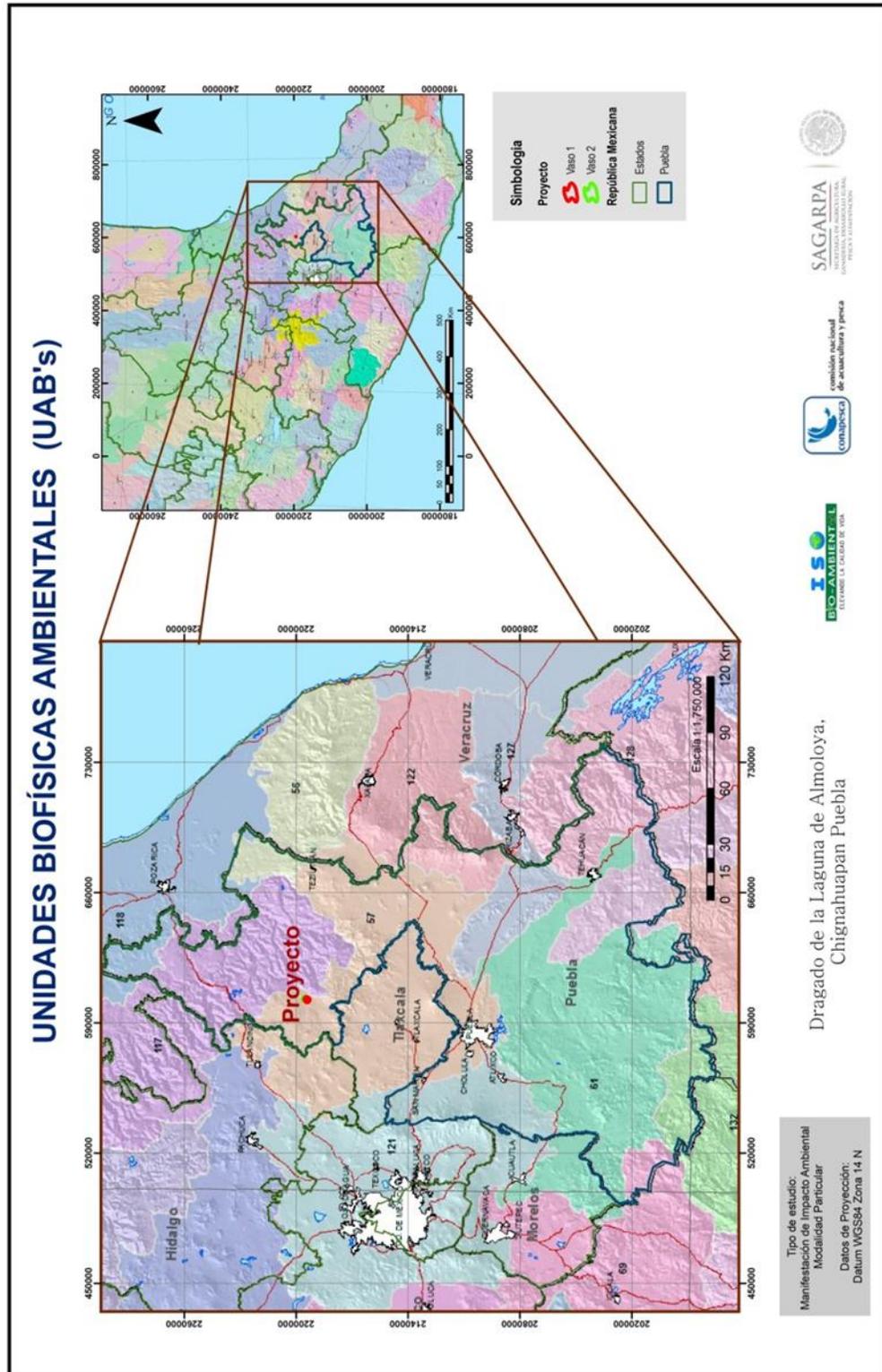
Las obras y/o actividades que propone el proyecto se ubican en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 117 denominada “Karst Huasteco Sur”. A su vez dentro de la Región Ecológica 18.32 establecidas en el POEGT como de Atención de prioridad media.

En lo que respecta a este proyecto, no se encuentra dentro de ningún AICA, la más cercana se ubica a 42.8 km y es denominada como “Subcuenca Tecocomulco”, a 47.6 km de “Cuetzalan”, y a 47.7 km de “Huayacocotla”.

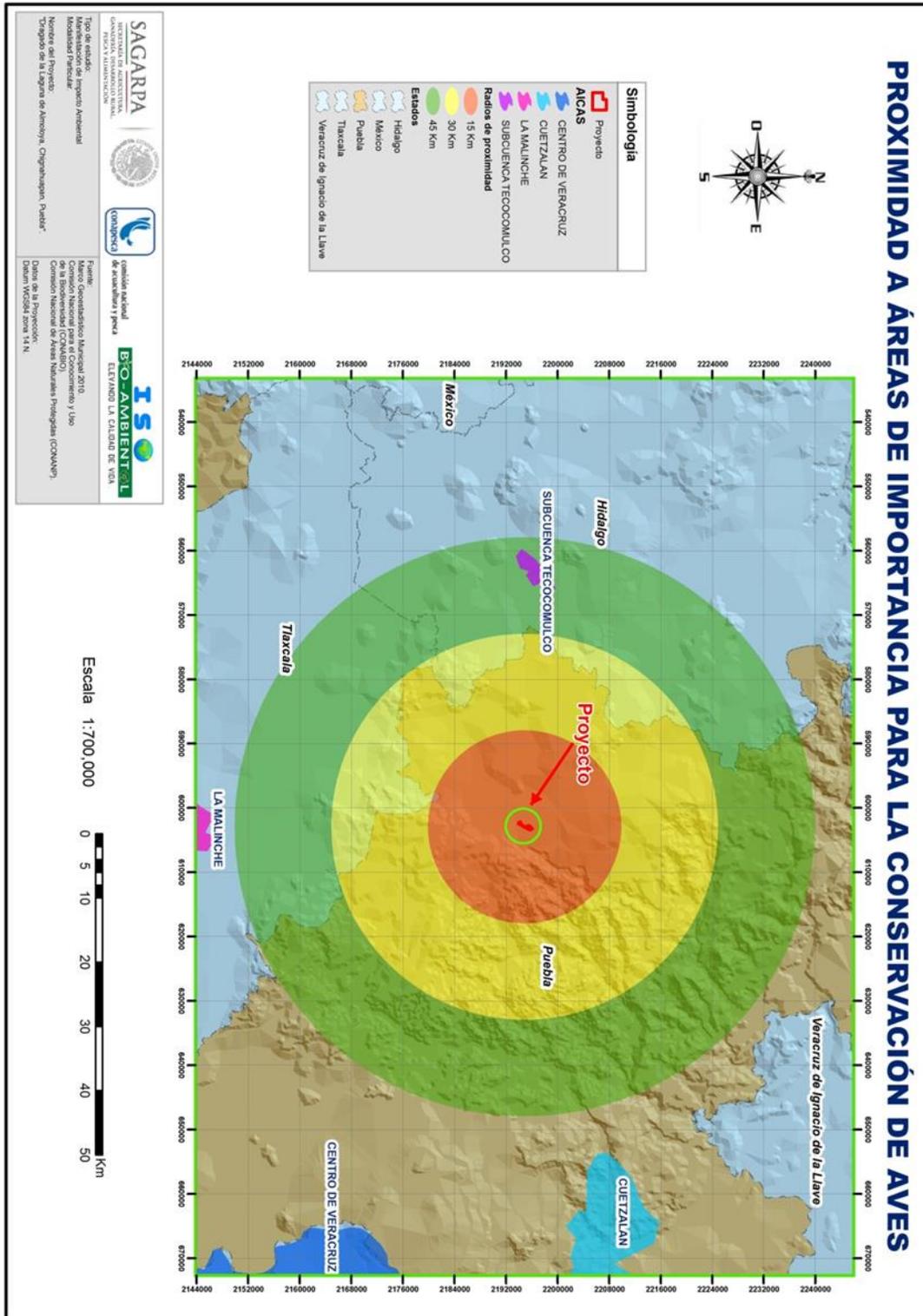
Este proyecto se encuentra dentro la RTP denominada “Bosques Mesófilos de la Sierra Madre Oriental” con clave 102. Asimismo, es importante mencionar su proximidad a las RTP cercanas a este, a 43.8 km se encuentra “Cuetzalan”, a 119.6 km “Tecolutla”, siendo estas dos las más cercanas al proyecto.

El proyecto se encuentra dentro de la RHP denominada “Río Tecolutla” y a una distancia de 31.45 km se encuentra la denominada “Llanos de Apan”, a una distancia de 50 km se encuentra la denominada “Confluencia de las Huastecas” y finalmente la “Cuenca Oriental” a una distancia de 65 km. La *Región Hidrológica Prioritaria: Río Tecolutla*. El proyecto incide directamente sobre esta región que tiene una extensión de 7,950.05 km²

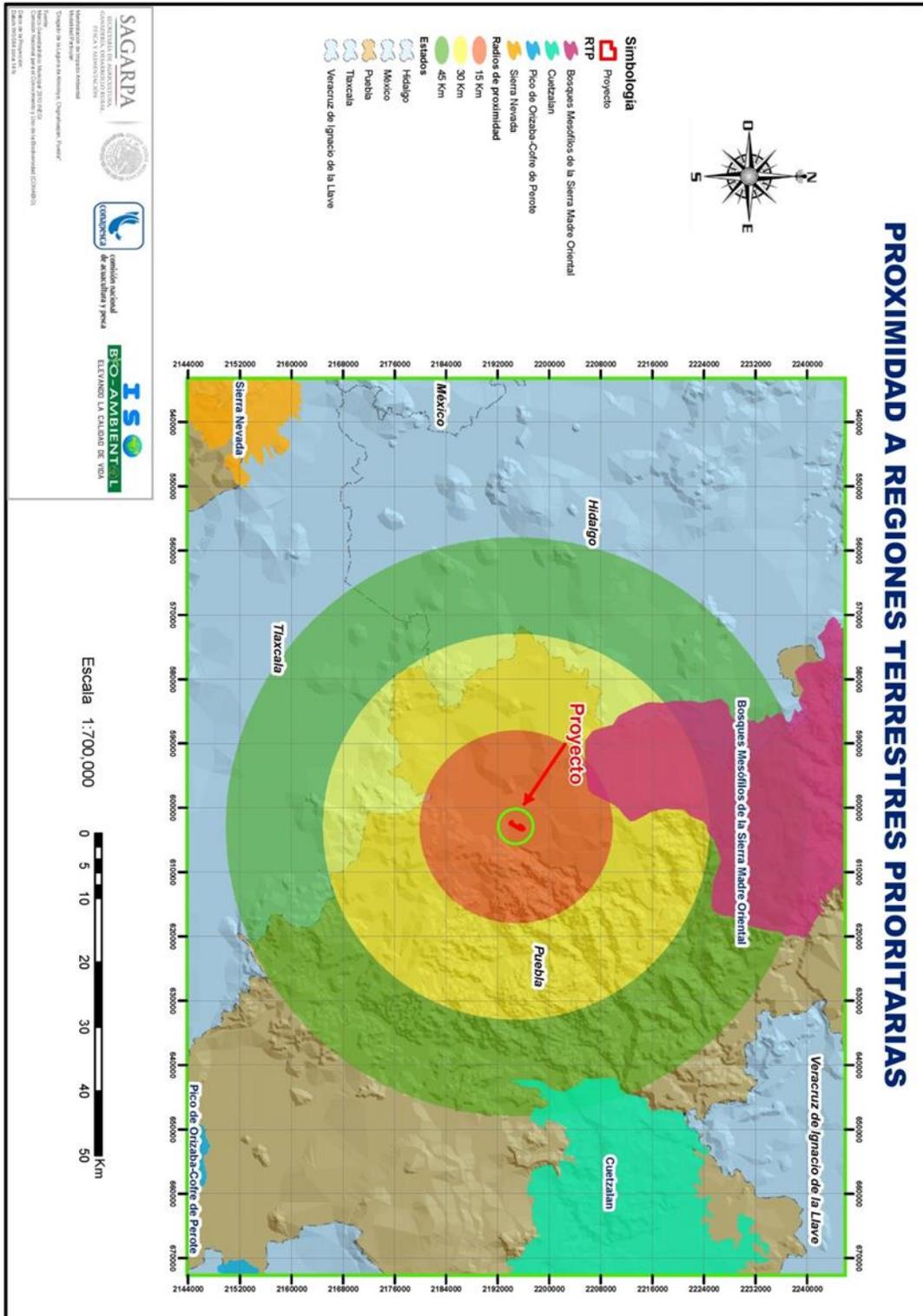
La zona de proyecto se encuentra dentro de la “Cuenca Hidrográfica del Rio Necaxa”, la cual tiene una categoría de manejo de “Área de protección de los recursos naturales”, esta ANP tiene una superficie total de 41,129.35 hectáreas.



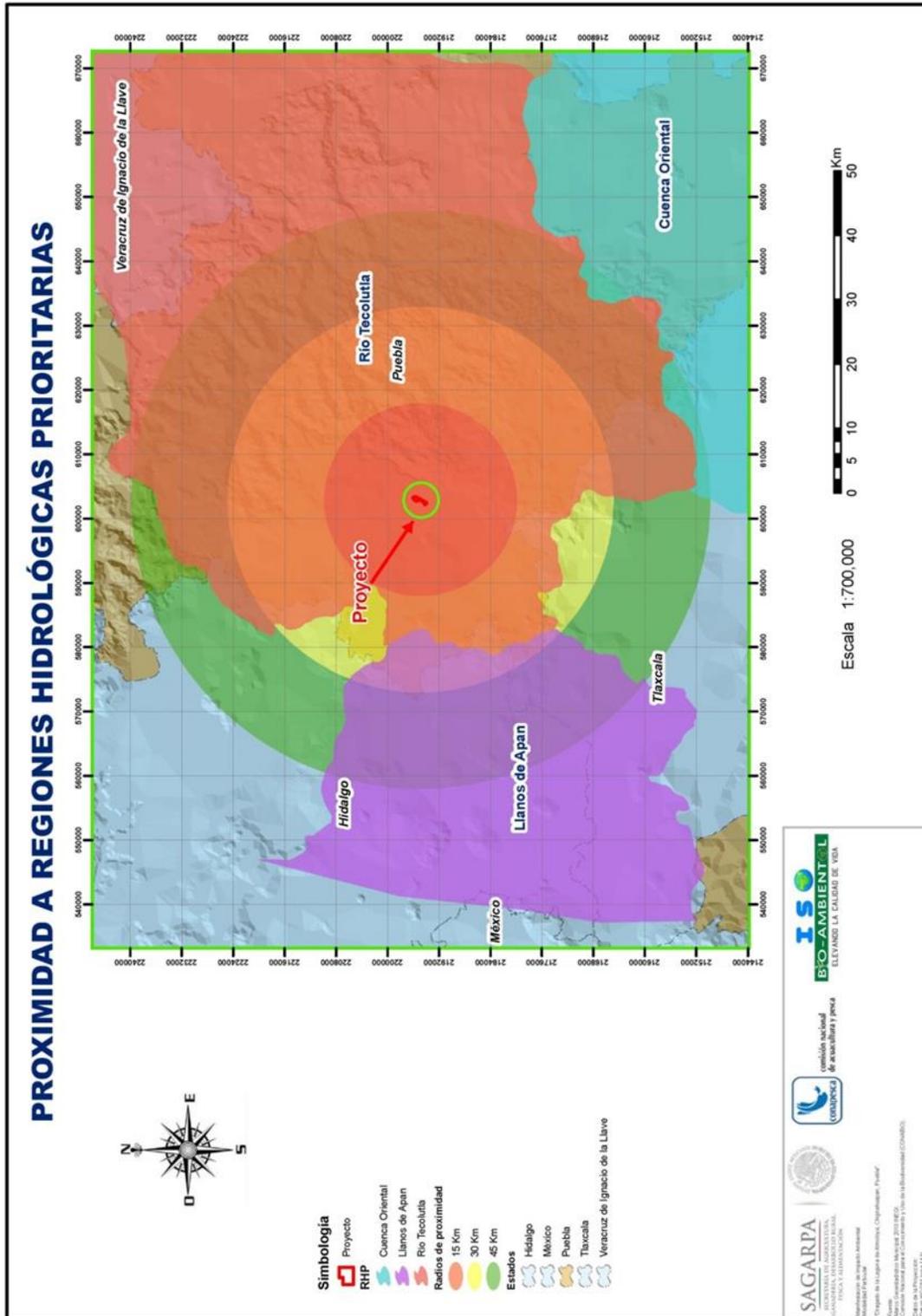
Carta 7. Unidades Biofísicas Ambientales.



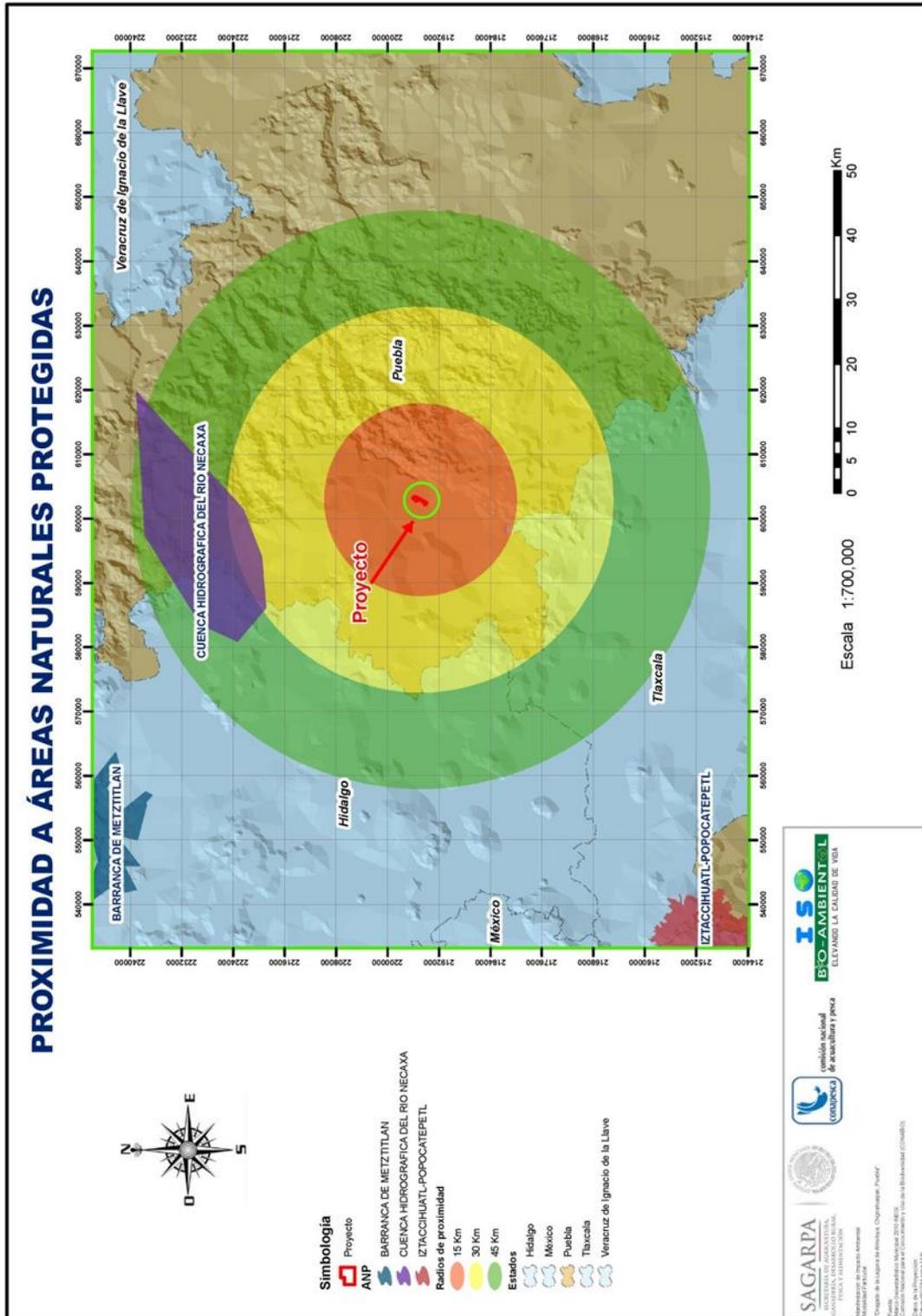
Carta 8. Áreas de Importancia para la Conservación de Aves.



Carta 9. Regiones Terrestres Prioritarias.



Carta 10. Regiones Hidrológicas Prioritarias.



Carta 11. Áreas Naturales Protegidas.

Sitios propuestos para la instalación de infraestructura de apoyo.

Para el presente proyecto se considera como infraestructura de apoyo a la zona perimetral en tierra del Vaso 2.

Vías de comunicación.

Cuenta con vías de acceso tomando la carretera federal 119 a Tlaxco hasta entroncar con la carretera estatal 148, que pasa por la cabecera municipal. Además de la Autopista Apizaco – Huauchinango, la cual es una carretera tipo A2 con ancho de 12 m.

Además, del municipio parte una carretera secundaria que atraviesa el mismo de este a norte. El resto de las localidades están comunicadas por caminos de terracería, brechas y veredas.

Dentro del municipio de Chignahuapan, no existe actividad férrea, marítima ni portuaria.

Principales núcleos de población existente.

Debido a la ubicación de la Laguna, los núcleos de población más cercanos son la Ciudad de Chignahuapan, Chignahuapan, Puebla.

Otros proyectos productivos del sector.

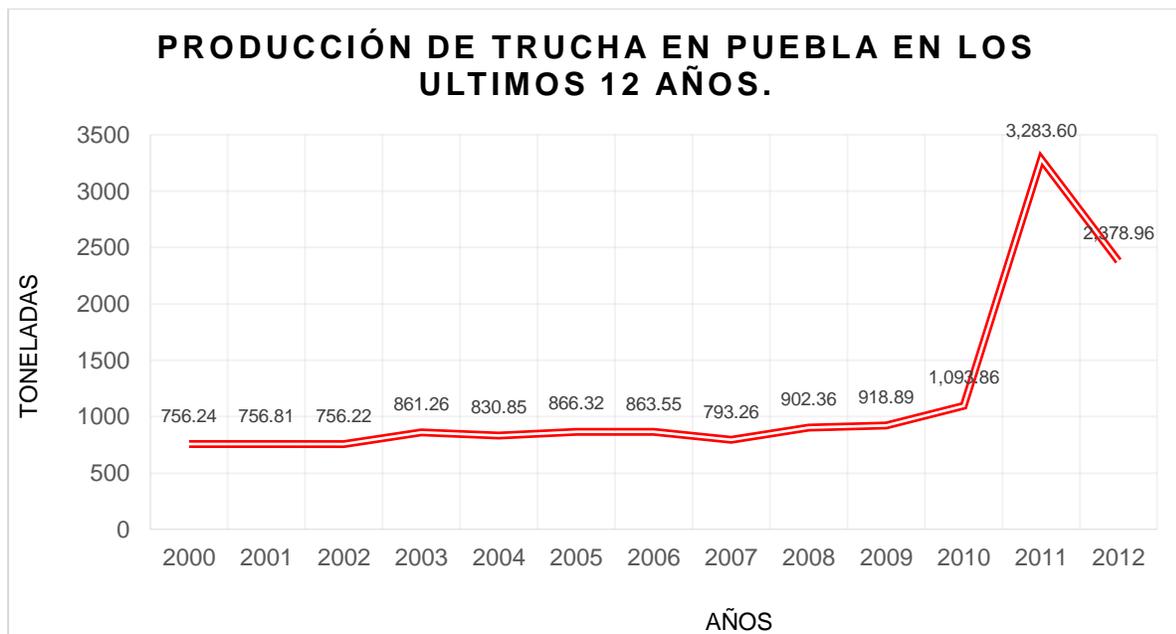
Según datos de INEGI, Puebla tiene un registro de 2,378.96 toneladas de trucha en el año 2012, con el aporte del municipio de Chignahuapan de 11.2 toneladas, teniendo así un esfuerzo pesquero de 0.47% a nivel Nacional.

Tabla 4. Producción de Trucha Arcoíris en el Estado de Puebla.

Años	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Toneladas de Trucha en Estado de Puebla	756.24	756.81	756.22	861.26	830.85	866.32	863.55	793.26	902.36	918.89	1,093.86	3,283.60	2,378.96

Fuente: Modulo del SIACON (con datos de CONAPESCA, 2012).

Gráfica 1. Aumento y declive de trucha en el Estado de Puebla en los últimos 12 años.



Fuente: Módulo Pesquero del SIACON (con datos de CONAPESCA 2012).

A partir del año 2009, se observa un incremento en la producción de trucha, pese a las constantes crisis, en el año 2011 se llegó a tener un crecimiento en la producción del estado de Puebla del 300% (tomando como año base 2011). Esto se debe a las políticas económicas del Gobierno Mexicano, para el auge en la agricultura, ganadería y sector pesquero.

Pese a tener estas políticas de expansión, las crisis generadas (tanto externas, como internas) generaron una disminución potencial en la producción pesquera en el año 2012,

la caída de las exportaciones es la principal causa por la que los apoyos para SAGARPA hayan disminuido.

En el municipio de Chignahuapan se tiene un consumo anual per-cápita¹ de 6.5 kg al año de trucha, estas cifras bajas son porque en los últimos años, la tala de árboles en el municipio de Chignahuapan ha sido su principal actividad, debido a la enorme utilidad que ha generado a la sociedad. La causa secundaria de la poca producción de trucha arcoíris, es la calidad de hábitat que debe tener, aunado a que la población objetivo de los diversos programas acuícolas se enfocan a productores de tilapia y carpa, dado que los costos de producción son más bajos, las condiciones climatológicas no son tan específicas y las zonas geográficas, hacen que otras especies sea más factible su producción.

Se pronostica que para los siguientes 10 años la producción tenga un crecimiento del 8% anual, esto se plantea dadas las condiciones observadas en la laguna, con la alta calidad que tiene ambientalmente la zona del vaso 2, con esto deducimos que se tendrá en 100% de la producción anual.

Se pronostica al final del proyecto un crecimiento pesquero del 55.56% en el municipio, a nivel estatal se proyecta un auge de 0.29%. Colocando la producción de trucha arcoíris como una de las principales aportadoras económicas de Chignahuapan.

II.1.3 Inversión requerida

Reportar el importe total del capital total requerido (inversión + gasto de operación), para el proyecto.

La inversión total para la ejecución del proyecto es de [REDACTED]

¹ Fuente: Anuarios Estadísticos CONAPESCA. Tomando como base la población objetivo, la producción acuícola, así como las importaciones y exportaciones de producto.

Precisar el período de recuperación del capital, justificándolo con la memoria de cálculo respectiva.

Tabla 5. Infraestructura Productiva.

Cantidad	Componente	Costo Unitario (\$)	Subtotal
20	Jaulas de cultivo de 5 x 5 x 1 m		
1	Plataforma de servicio de 5 x 3 m		
1	Restaurante flotante		
3	Muelles de acceso de 6 x 0.9 m		
Total			

Con datos de Servicios de Administración Tributaria (SAT), se pronostica una inflación anual de 1.09% como lo refleja la Tabla 5, con esto se espera un incremento al producto de 1 a 2 centavos, por lo que no sufrirá una baja en su consumo.

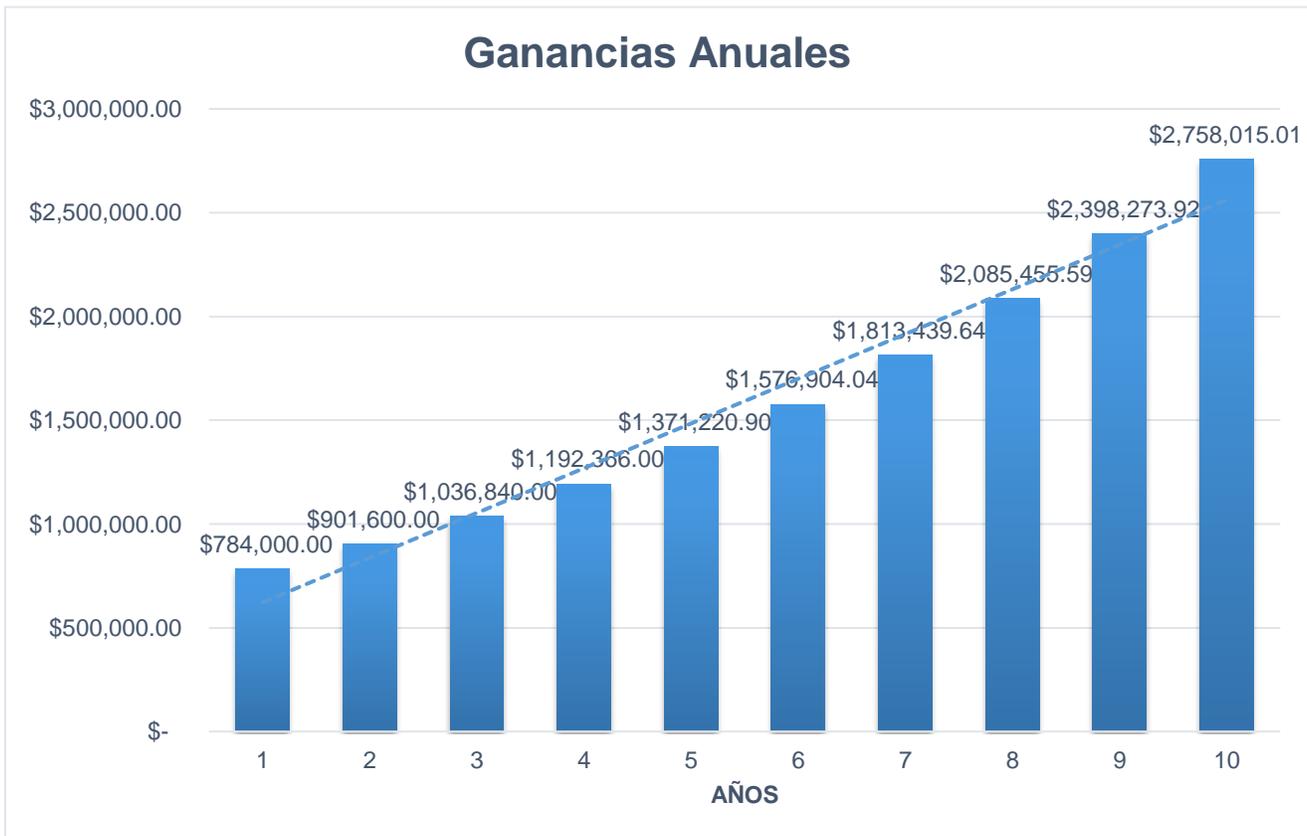
Tabla 6. Cuadro de ganancias del proyecto.

Año	Utilidad de la producción de trucha									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Producción Total	11,200	12,880	14,812	17,034	19,589	22,527	25,906	29,792	34,261	39,400
Incremento de producción del 15% anual	1680	1932	2221.8	2555.07	2938.33	3379.08	3885.94	4468.83	5139.16	
Precio estimado por kilo	\$ 70.00	\$70.00	\$ 70.00	\$ 70.00	\$70.00	\$70.00	\$ 70.00	\$70.00	\$70.00	\$70.00

Utilidad de la producción de trucha										
Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Utilidad	\$ 784,000.00	\$ 901,600.00	\$ 1,036,840.00	\$ 1,192,366.00	\$ 1,371,220.90	\$ 1,576,904.04	\$ 1,813,439.64	\$ 2,085,455.59	\$ 2,398,273.92	\$ 2,758,015.01
Utilidad total de la producción de trucha								\$ 15,918,115.10		

Del año 1 al año 10 se estima un incremento en la utilidad de un 71.06% con lo cual, podemos concluir que las estrategias planeadas son buenas ya que el mercado de la trucha es muy competido en esta región. Al final del proyecto se observa con una utilidad total de \$10, 405,164.07, el proyecto año con año tendera al alza como lo podemos observar en la gráfica 2.

Gráfica 2. Se observa un incremento anual del 5 al 6 por ciento, en la utilidad.



Se pronostica a largo plazo una utilidad de \$ 47, 285,000 pesos, teniendo una capacidad de producción en el primer año del 55% con un total 19,250 truchas arcoíris, manejando un precio de \$70 pesos por kilo. Se estima un aumento de producción para el segundo año de 20%, para el tercer año se pronostica la producción al 100% generando 35,000 kilos de trucha arcoíris. Con la actividad de pesca deportiva se estima una utilidad de \$275, 656.74 pesos. Generando unos ingresos de \$47, 560,656.74 pesos.

Tabla 7. Utilidad generada por la producción de Trucha arcoíris.

AÑOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
KILOS DE TRUCHA ANUAL	19,250	26,250	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000
PRECIO POR KILO DE TRUCHA \$70	\$1,347,500	\$1,837,500	\$2,450,000	\$2,450,000	\$2,450,000	\$2,450,000	\$2,450,000	\$2,450,000	\$2,450,000	\$2,450,000	\$2,450,000	\$2,450,000	\$2,450,000	\$2,450,000	\$2,450,000	\$2,450,000	\$2,450,000	\$2,450,000	\$2,450,000	\$2,450,000
INGRESOS TOTALES															\$47,285,000					

Para obtener la rentabilidad derivada de las actividades de pesca deportiva, se utilizó el método de flujo de caja, este método nos ayuda a obtener la tasa máxima que arroja el proyecto, en este caso se obtuvo una TIR de 66.77%. Es importante mencionar que con este método de valuación, se obtiene un porcentaje de ganancia que arroja el prestigio del evento, analizando que es muy importante para esta zona del Estado de Puebla. Como conclusión observamos una utilidad de \$275,656.74.

Tabla 8. Valuación con método de Flujo de Caja.

Flujo de Caja										
Años	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos	40,000	44,000	48,400	53,240	58,564	64,420	70,862	77,949	85,744	94,318
Incremento del 10% anual	4000	4400	4840	5324	5856.4	6442.0	7086.2	7794.8	8574.3	9431.7
						4	4	7	6	9

Tabla 9. Cuadro de ingresos y egresos sobre la pesca deportiva.

EGRESOS	1,200 Kg de trucha	\$ 84,000.00
	Instalaciones	\$ 10,000.00
	Trofeos	\$ 16,000.00
	Total de Egresos	\$ 110,000.00
INGRESOS	Ingresos generado por los participantes	\$ 150,000.00
	Utilidad	\$ 40,000.00

TIR	66.77%
-----	--------

Utilidad generada por la pesca deportiva

\$275,656.74

Fuente: Elaboración Propia con los datos recopilados en el municipio

El turismo es una base esencial para el proyecto, registros de CONANACO SERVYTUR (Confederación de Cámaras Nacionales de Comercio, Servicios y Turismo), en 2012 se registraron 700,000 turistas generando un impacto económico de \$950,000.00 pesos aproximadamente.

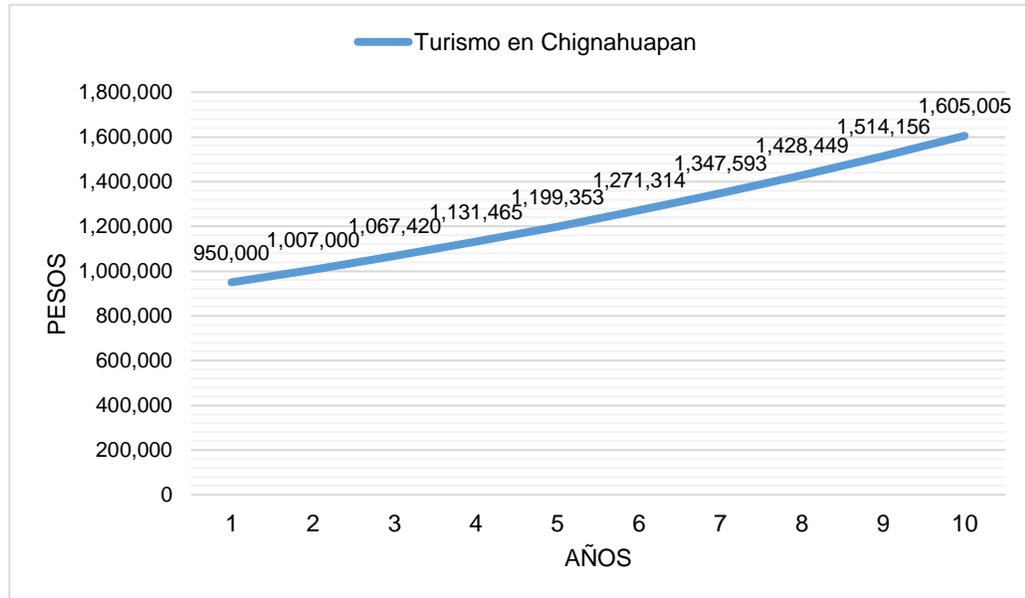
Con las actividades de pesca deportiva y acuicultura se pronostica un 6% anual de crecimiento turístico, aportando un ingreso al municipio de \$12, 521,755.00 anuales. Por lo cual se generaría un crecimiento económico en el sector turístico de 59.19%, a lo largo del proyecto.

Tabla 10. Ingresos Turísticos del Municipio de Chignahuapan.

Ingresos Totales por Sector Turismo en el Municipio de Chignahuapan										
Años	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingreso por Turismo	950,000	1,007,000	1,067,420	1,131,465	1,199,353	1,271,314	1,347,593	1,428,449	1,514,156	1,605,005
Crecimiento de 6%	57000	60420	64045.2	67887.91	71961.19	76278.86	80855.59	85706.92	90849.34	
Fuente: Elaboración Propia con los datos recopilados en el municipio.								Total	12,521,755	

Gráfica 3. Se muestra el incremento ingresos por parte del Turismo en Chignahuapan.

Fuente: Elaboración Propia con los datos recopilados en el municipio.



Es importante mencionar que este proyecto activaría la economía del municipio y podrá dar un crecimiento social y económico a los habitantes de esta región.

Especificar los costos necesarios para aplicar las medidas de prevención y mitigación.

Se llevarán a cabo una serie de medidas de prevención y mitigación que se aplicarán en cada elemento natural del ambiente, mismas que se describen a continuación, haciendo una estimación del costo para cada una de ellas. El costo de las medidas de prevención y mitigación se estima en \$ 80,000.00 pesos.

Tabla 11. Costos de las medidas preventivas

Elemento natural	Descripción de la medida	Costo estimado
Aire	Se establecerán horarios de trabajo adecuados para no generar molestia en la población.	\$15,000.00 /año
Suelo	<p>Se deberán colocar contenedores para residuos en lugares estratégicos de las diferentes vías de acceso y zonas perimetrales a la laguna.</p> <p>Los desechos sólidos y líquidos generados por las actividades antropogénicas serán manejados adecuadamente colocando contenedores adecuados para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos urbanos haciendo una separación en orgánicos e inorgánicos.</p> <p>Se realizará una selección de áreas para ejecutar mediciones con el fin de utilizar únicamente el área necesaria para la construcción de infraestructura; y los cortes no serán profundos, con esto se garantiza no se afecte el perfil del suelo y se evitara la generación de grandes volúmenes de tierra.</p>	\$40,000.00
Vegetación	<p>Reforestación con especies propias del lugar</p> <p>La instalación del muelle flotante contemplara el menor corte visual, asimismo para facilitar la integración paisajista se cubrirá con vegetación con formas muy parecidas al paisaje actual, de manera que cubra terraplenes y áreas con herbáceas destruida por obras</p>	\$25,000.00
Total anual	\$80,000.00	

II.2 Características particulares del proyecto

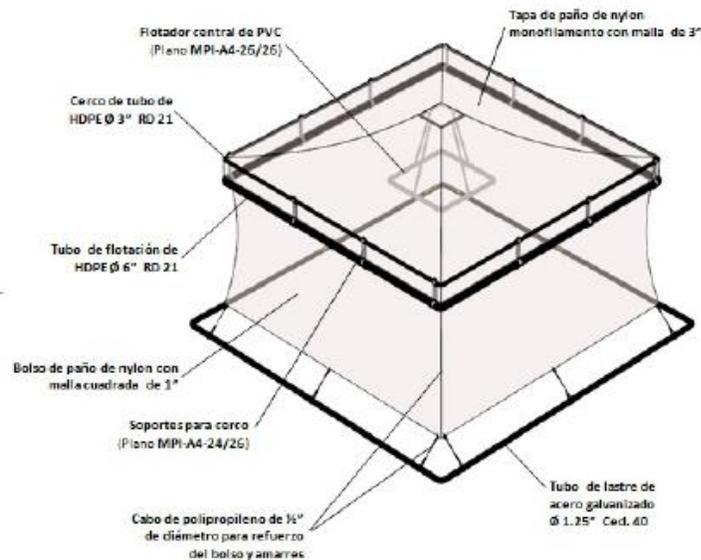
En proyectos acuícolas para la producción de trucha arcoíris, difícilmente existen obras que puedan replicarse con exactitud y obtener los mismos resultados, esto debido a que el

cultivo de esta especie depende de diversas variables que al modificarse presentan diferentes condiciones en los sitios del proyecto.

La carta nacional acuícola define a las jaulas flotantes como un arte de cultivo compuesto por estructuras flotantes constituidas por: una bolsa (malla o paño) con antifouling (antiincrustaciones), un marco de soporte, flotadores, tapa (evitar la depredación de aves), lastre y un sistema de anclaje (fijación). La bolsa, puede ser construida de paño pesquero de hilo de seda alquitranado del número nueve de encabalgado a una cuerda de nylon en cada punto de unión, o bien construida con malla de hilo de seda teñido o malla rígida de plástico; actualmente se usa la malla llamada "Tipo Arena", que no requiere ser encabalgada. El marco, generalmente es cuadrado o circular, hecho de madera tratada, tubería de PVC o manguera de poliducto negro de dos pulgadas. Los flotadores, pueden ser tanques o garrafones de plástico vacíos impermeabilizados, material plástico como el poliuretano expandido, poliéster de fibra de vidrio o bloques de unicel. La tapa, tiene un marco para sostener la malla plástica o el paño pesquero; y su función es sellar la jaula evitando fugas, o depredación por aves. El lastre, sirve para mantener estirada la bolsa hasta su máxima capacidad. El sistema de anclaje o fijación se utiliza para evitar el desplazamiento o arrastre por efecto de las corrientes y pueden utilizarse bloques de concreto. Para el uso de estas estructuras, se debe elegir un sitio con un flujo constante de agua y protegido de fuerte corrientes.

Características: Básicamente constan de un marco rígido hecho de acero galvanizado, PVC, plástico termo fusionado, o madera tratada, del que pende una bolsa hecha de red, con una luz de malla de acuerdo con el tamaño de los peces a cultivar. Los flotadores que mantienen la jaula en la superficie del cuerpo de agua se sujetan al marco rígido de la misma. Las jaulas flotantes se utilizan para la engorda de organismos acuáticos en embalses, ríos o mar abierto, y pueden estar de manera individual, en módulos y en trenes (en hilera).

Figura 1. Estructura de una jaula flotante



Dimensiones: Las dimensiones que se manejan varían entre 3.0 m x 2.5 m x 1.2, o 5 m x 5 m x 1 m, con una luz de malla de una pulgada en los costados y una pulgada en la tapa, esto puede variar de acuerdo con la producción.

Jaulas flotantes de bloques.

Descripción: Este tipo de jaulas flotantes cuenta con un bolso de malla, y un sistema de anclaje, pero no tienen un marco rígido ni flotadores, ya que los dados de polietileno con los que se arma la estructura de la jaula, por si mismos le confieren flotabilidad y forma. Generalmente, estas estructuras flotantes se ensamblan formando un sistema de módulos de 4-12 jaulas.

Características: La estructura de las jaulas se construye con los dados o bloques de polietileno que resisten los rayos UV, la salinidad, los ácidos y la corrosión. Los bloques o dados pueden medir 50 cm x 50 cm x 40 cm o 100 cm x 50 cm x 40 cm.

Las jaulas flotantes para el cultivo de trucha arcoíris, son una muy buena opción para el desarrollo de la acuicultura en el Estado de Puebla. Ya que son estructuras que se colocan dentro de los embalses para que los peces se engorden en un polígono determinado, controlando con esto la siembra extensiva de especies exóticas destinadas a la pesca. Esta acción permite al acuicultor ahorrar en gastos de producción y disminuir los impactos ambientales que genera la actividad, ya que además no se realizan actividades de desmonte o despalme; además de que estas estructuras se construyen fuera del sitio del proyecto y los proveedores son los encargados de transportar la infraestructura y colocarla en flotación en el sitio del proyecto.

II.2.1 Información biotecnológica de las especies a cultivar

Especie a cultivar y descripción de sus atributos y/o amenazas potenciales que pudieran derivar de su incorporación al ambiente en la zona donde se desarrollará el proyecto.

La FAO ha reconocido la existencia de 206 especies en la familia de los salmónidos (*Salmonidae*), que incluye tres géneros *Salmo*, *Oncorhynchus* y *Salvelinus*. A su vez, la trucha se clasifica en cinco especies: arcoíris (*Onchorhynchus Mikyss*), Marina (*Salmo trutta*), Alpina (*Salvelinus alpinus*), de arroyo (*Salvelinus fontinalis*) y lacustre (*Salvelinus namaycush*). La trucha arcoíris es originaria de aguas frías de los ríos y lagos de las costas del Pacífico de América del Norte y Asia. Esta especie ha sido introducida aproximadamente en 82 países. Un adulto de esta especie pesa generalmente entre 2 y 3 kg; sin embargo, llegan a pesar hasta 25.4 kg y a medir 120 cm de longitud. El período de vida es máximo de 11 años (Woynarovich, 2011). El cultivo de trucha arcoíris se ha desarrollado en mayor proporción que otras especies del mismo género, debido a que soporta un rango más amplio de los factores limitantes de su ambiente de cultivo que otros salmónidos (cantidad de oxígeno disuelto, gasto volumétrico, calidad de agua, temperatura). Además de que su grado de domesticación y tolerancia al cautiverio es mucho mayor. En nuestro país, su distribución natural abarca las corrientes de aguas frías y cristalinas de las zonas montañosas más altas de los estados de Durango, Chihuahua, Baja California, Sinaloa,

Sonora, Estado de México, Puebla y Michoacán; entre otras regiones del país, como en el caso de Oaxaca que ha sido introducida.

Anatomía de la trucha arcoíris.

El nombre de esta especie deriva de la peculiar coloración de su piel, misma que varía en función del medio, la talla, el sexo, el tipo de alimentación, la variedad y el grado de maduración sexual. Generalmente mide entre 30 y 50 cm, es de forma alargada y comprimida lateralmente, con dos aletas dorsales, una de ellas es adiposa. En la parte ventral posee dos aletas, una pélvica muy corta y otra anal más larga que la otra, ambas con pequeñas manchas. Presenta labios delgados con prolongaciones; el cuerpo está cubierto de escamas pequeñas y delgadas con múltiples manchas moteadas y manchas en las aletas.

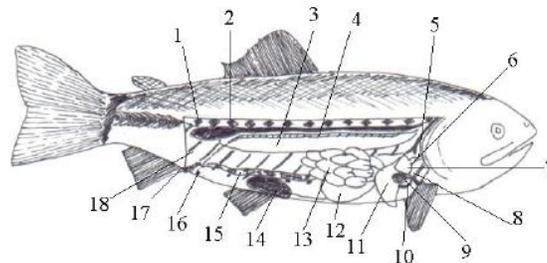


Figura 2. Morfología interna de la trucha, con la siguiente numeración:

- | | |
|------------------------|----------------------|
| 1. Riñón | 10. Esófago |
| 2. Vertebras | 11. Hígado |
| 3. Vejiga natatoria | 12. Estomago |
| 4. Ovarios | 13. Ciegos pilóricos |
| 5. Bulbos | 14. Vaso |
| 6. Ventrículo | 15. Intestino |
| 7. Aurícula | 16. Gonoporo |
| 8. Cavidad pericárdica | 17. Ano |
| 9. Vesícula | 18. Costillas |

Los machos siempre son de mayor talla y durante la etapa de reproducción suelen desarrollar dimorfismo sexual, que son muy característicos de la familia Salmonidae, aunque a diferencia de los salmones, este dimorfismo no es tan evidente. Los machos se distinguen por tener un prognatismo natatorio es decir que la mandíbula es más prominente

que la maxila. La trucha presenta una alimentación carnívora, de tal manera que en su medio natural se alimentan de pequeños peces, anfibios, insectos y crustáceos. Una de las características destacables de esta especie en condiciones de cultivo, es que acepta con facilidad los alimentos artificiales o balanceados, presenta un rápido crecimiento, tiene un buen comportamiento en diversas condiciones de clima y facilidades de cultivo en cautiverio.

Indicar el origen de los organismos a cultivar y registrar el número de los organismos necesarios y fases de su ciclo de vida.

Se tiene contemplada la adquisición de juveniles provenientes de la unidad de cuarentena del "Centro Acuícola Apulco", ubicado en la localidad de Apulco, Zacapoaxtla, Puebla, mismo que pertenece a la COMISIÓN NACIONAL DE ACUACULTURA Y PESCA (CONAPESCA) y que cuenta con los permisos correspondientes según la NOM-010-PESC-1993, que establece los requisitos sanitarios para la importación de organismos acuáticos vivos en cualesquiera de sus fases de desarrollo, destinados a la acuicultura u ornato, en el territorio nacional. Así como la NOM-011-PESC-1993, para regular la aplicación de cuarentenas a efecto de prevenir la introducción de enfermedades certificables y notificables, en la importación de organismos acuáticos vivos cualquiera de sus fases de desarrollo, destinados a la acuicultura y ornato en los Estados Unidos Mexicanos.

La reproducción de la trucha, al igual que los demás salmónidos, es sexual y externa, esto quiere decir que tanto la hembra como el macho depositan libremente sus productos sexuales (huevos y espermatozoides) en el agua. A este proceso natural de emisión de los productos sexuales al exterior se le conoce como desove; en seguida se lleva a cabo la fertilización y con ello inicia la fase de incubación de los huevos (Aquino, 2004).

Por otra parte, la reproducción de la trucha Arcoíris es cíclica y tiene lugar una vez al año, comúnmente, en las temporadas más frías del año (noviembre-febrero). De acuerdo con Woynarovich (2011), el ciclo de vida de la trucha arcoíris se divide en cinco grandes etapas:

1. Incubación. A partir de la fecundación, transcurre un periodo aproximado de 12 a 28 días, dependiendo de la temperatura del agua para que aparezcan dos puntos negros

en el embrión, que son los ojos del organismo. Para esta etapa la temperatura óptima oscila entre los 6 y 12 °C. Posteriormente, pasan de 13 a 40 días para que el huevo eclosione.

2. Alevín. Después de que los huevos eclosionan, el organismo ya tiene la forma del pez, pero conserva el saco vitelino, mismo que se va reabsorbiendo, esta etapa toma entre 10 a 20 días dependiendo de la temperatura del agua para esta etapa, el agua debe tener una temperatura de 10 a 17°C, los organismos tienen un peso aproximado de 2g y una longitud de 5 cm.
3. Una vez que el organismo ha consumido las reservas del saco vitelino, es considerado como cría. A partir de este momento, el crecimiento dependerá no solo de la temperatura del agua, sino también de la cantidad y calidad del alimento externo que reciba. El desarrollo de las crías comprende un periodo de 2 a 4 meses a una temperatura de 5 a 17 °C, logrando un peso de 25 g y una longitud de 12.5 cm.
4. Juvenil. En esta etapa los peces tienen todas las características de los adultos, es decir, ya tienen los hábitos propios de la especie, como ser adictos a nadar contra la corriente, atrapar a sus presas para alimentarse; se diferencian de los adultos porque aún no han madurado sexualmente.
5. Adulto. Dependiendo de las condiciones físicas del hábitat, una buena parte de las truchas de una determinada población maduran a partir de los 8 meses de edad; sin embargo, la mayoría alcanza su madurez un año después de eclosionar. Cuando ocurre la maduración, los peces cambian de coloración de tal manera que adquiere las características típicas de la trucha adulta.

La duración de los periodos de incubación, pre-engorda y engorda varían en función de la temperatura del agua. Cuando esta se mantiene a niveles óptimos para casa estadio la talla comercial puede alcanzarse en 7 meses, dependiendo de otros factores como la alimentación.

El presente proyecto solo contempla el engorde de juveniles de trucha arcoíris, en ningún caso se contempla la reproducción y obtención de alevines. Se considera únicamente el

engorde de juveniles, debido a que al recibir la corriente directa del cuerpo de agua, el porcentaje de sobrevivencia de organismos en tallas menores (alevines) aumenta drásticamente, causando con esto, pérdidas económicas al acuicultor.

Mecanismos para evitar la probabilidad de fugas y transfaunación, así como para reducir los efectos potencialmente negativos que aquello pudiera propiciar en las poblaciones silvestres nativas.

Con la finalidad de evitar interacciones potenciales negativas en el ecosistema, derivada de los posibles escapes de las jaulas flotantes, se prevendrá la mejora de los estándares de calidad de los materiales empleados en la construcción de las instalaciones.

Al igual que ocurre en otro tipo de industrias, deben definirse unos estándares de calidad para los materiales empleados en la construcción y anclaje de las instalaciones de la laguna de Chignahuapan, que permita conocer su resistencia máxima ante situaciones adversas (lluvias prolongadas), el desgaste de los materiales como las redes y su tiempo de vida útil. Una medida de prevención es en sí misma la selección de la especie, ya que la trucha arcoíris no interactúa directamente con las redes, por lo que este aspecto no afectaría la resistencia y durabilidad de los materiales. Por lo que para la instalación de las estructuras se solicitara al proveedor la utilización de materiales altamente durables de malla alquitranada,

Las jaulas flotantes son empleadas con mucha frecuencia en países donde se cuenta con cuerpos de agua que tienen buenas condiciones para el cultivo de la trucha. Entre sus ventajas están las siguientes:

- Sistema que permite desarrollar cultivos intensivos (muchos peces por metro cúbico).
- Facilidad de manejo (alimentación, limpieza, selección).
- Rápido crecimiento de los peces. Las más utilizadas son las jaulas circulares y cuadradas.

Este sistema de cultivo está formado por una plataforma de flotación, estructuras para el soporte de las redes y un sistema de anclaje. Además, tienen un pasillo central para facilitar las labores de trabajo en la plataforma. Para la instalación de las jaulas se debe escoger un lugar adecuado con características como las que se apuntan a continuación: • Presencia de corrientes en el agua.

- Presencia de olas débiles que favorezcan la oxigenación del agua.
- Profundidad del agua 3.5 a 4 metros.
- Ausencia de plantas acuáticas y algas en el sitio a instalar las jaulas.
- Cuerpo de agua no contaminado.

Por lo anterior la luz de malla de la jaula va en relación con la fase de cultivo, de tal modo que con la intención de reducir el riesgo de escapes ocasionado por la ruptura del material, se contempla utilizar materiales de alta calidad, que permitan asegurar la resistencia y durabilidad.

II.2.2 Descripción de las obras principales del proyecto.

Cabe destacar que el proyecto no requiere la construcción de servicios auxiliares, obra civil o de redes hidráulicas, Por lo que para el presente proyecto se han identificado las siguientes etapas, las cuales permitirán el óptimo desarrollo de los resultados esperados:

Actividades.

Preparación del sitio.

- a. Regularización del proyecto.²

Etapas de instalación.

- a. Armado de jaulas.
- b. Instalación de jaulas.
- c. Generación de empleos.

² Obtención de permisos, licencias.

- d. Generación de residuos sólidos urbanos.

Etapas de operación y mantenimiento.

- a. Adquisición de alevines.
- b. Siembra y engorda de alevines.
- c. Alimentación.
- d. Realización de biometrías.
- e. Cosecha.
- f. Generación de empleos.
- g. Generación de residuos sólidos urbanos.
- h. Limpieza de las instalaciones.
- i. Aumento de la producción trutícola.

Abandono del sitio.

- a. Retiro de la infraestructura acuícola.

II.2.3 Descripción de las obras asociadas al proyecto.

Debido a que la operatividad del proyecto se realizara directamente mediante la engorda de organismos en estructuras flotantes, no se contemplan obras asociadas al proyecto; ya que la zona se encuentra urbanizada, se prevé la renta de un local dentro del área urbana colindante al proyecto para almacenar alimento, redes, cucharas y otros insumos propios del monitoreo del cultivo.

Tampoco se requiere la construcción de servicios auxiliares como sanitarios o instalaciones hidráulicas, debido a que el servicio de sanitarios se ubicara en tierra, a través de la renta de instalaciones ya existentes para este fin en la periferia de la laguna.

II.2.4 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.

Durante la realización del ensamble de las estructuras, se utilizará el área perimetral en tierra del vaso 2, para la realización de maniobras que permitan el desarrollo de este fin.

Cabe señalar que aun cuando la construcción de las estructuras se realiza fuera del área del proyecto, se solicita un periodo de 24 meses, debido a que el costo de estas estructuras varía dependiendo del estado del dólar, por lo que adquirir el total de las mismas sería una labor titánica para el promovente. De tal modo que se solicita este plazo, con la finalidad de que el promovente se encuentre en condiciones económicas para adquirir lo necesario.

II.3 Programa General de Trabajo

Tabla 12. Programa general de trabajo

Etapa	Meses																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Traslado de infraestructura productiva del proveedor al sitio del proyecto.			■				■				■				■				■					
Ensamble				■			■				■				■					■	■	■	■	■
Colocación del sistema de lastre.				■			■				■				■					■	■	■	■	■

II.3.1 Descripción de las actividades de acuerdo con la etapa del proyecto.

Etapa de preparación del sitio.

- Retiro de maleza acuática de la zona del proyecto

Se realizarán acciones manuales desde la zona perimetral en tierra, para el retiro de la maleza acuática. Estas actividades se llevarán a cabo mediante la contratación de 10 a 20 personas, quienes por medio de lazos o cuerdas atraerán la maleza, hacia la costa. Una vez en tierra las malezas acuáticas se colocarán en montoneras para que mediante acción

solar se deshidraten. Una vez que el peso de estas reduzca, se trasladaran a las zonas de cultivo aledañas a la laguna, en donde se utilizaran como composta.

Etapa constructiva.

Como se ha mencionado con anterioridad, la construcción de las estructuras de flotación del proyecto se realizará fuera del área en cuestión. Una vez que el proveedor las traslade al sitio del proyecto, se utilizara el área perimetral en tierra para llevar a cabo el ensamble. Posteriormente se realizarán las pruebas necesarias para asegurar que la flotación se la adecuada.

II.3.2 Etapa de abandono del sitio

Al término de los trabajos, se removerá el material utilizado en el ensamble. También se realizará limpieza y rehabilitación de las áreas que hayan sido utilizadas como mediante el retiro de cualquier material utilizado para el caso. Se pondrá especial cuidado en que no quede en el sitio rastro alguno de residuos de materiales utilizados en el proceso de ensamble.

II.3.3 Otros Insumos

Residuos sólidos.

Residuos sólidos urbanos.

Serán almacenados temporalmente en contenedores de plástico colocados en la zona del proyecto y serán retirados semanalmente por el servicio de recolección del municipio de Chignahuapan.

Residuos de Manejo especial.

No se prevé la generación de residuos de manejo especial en el proyecto.

Aguas residuales.

El agua residual generada será únicamente por actividades humanas y serán de tipo domestico; cabe mencionar que se utilizarán los servicios de sanitarios que ya existen en la zona del proyecto que están conectados al drenaje municipal.

Debido a lo anterior se informa que los servicios ya existentes son suficientes para cubrir las demandas del proyecto debido a su misma naturaleza y a su temporalidad.

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO.

La evaluación y presentación de una manifestación de impacto ambiental se considera como un instrumento de la política ambiental, cuyo objetivo es prevenir, mitigar y restaurar los daños al ambiente, así como la regulación de obras o actividades para evitar o reducir sus efectos negativos en el ambiente y en la salud humana. A través de este instrumento se plantean opciones de desarrollo que sean compatibles con la preservación del ambiente y manejo de los recursos naturales. Asimismo a través de la presentación de dicha manifestación se establecen las condiciones a que se sujetaron la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidas en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente, fomentar su preservación y restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente durante la realización de las actividades que se lleven a cabo durante la vida útil del proyecto.

III.1 Análisis de los instrumentos normativos.

Tomando como base la ubicación espacial y las características del proyecto descritas en el Capítulo II, se presenta a continuación un análisis del vínculo existente entre el proyecto y los diferentes instrumentos de planeación existentes en la zona.

Para la elaboración de este capítulo se emplearon fuentes de información vigentes de los diferentes instrumentos de planeación en los ámbitos, federal, estatal y municipal que tienen incidencia en el área de estudio del proyecto. El objetivo central de este análisis es el de conocer y cumplir lineamientos que deberán ser observados para la ejecución del proyecto, así como asegurar que no exista interferencia con algún otro plan, programa o proyecto.

III.1.1 Leyes Federales.

III.1.1.1 Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al ambiente.

Última reforma publicada DOF 07-06-2013

Fundamento.

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:

- I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos;
- II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica;
- III.- Exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación en los términos de las Leyes Minera y Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear;
- IV.- Instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos, así como residuos radiactivos;
- V.- Aprovechamientos forestales en selvas tropicales y especies de difícil regeneración;
- VI. Se deroga. *Fracción derogada DOF 25-02-2003*
- VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;
- VIII.- Parques industriales donde se prevea la realización de actividades altamente riesgosas;
- IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;
- X.- Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales;

XI. Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación;
Fracción reformada DOF 23-02-2005

XII.- Actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas, y

XIII.- Obras o actividades que correspondan a asuntos de competencia federal, que puedan causar desequilibrios ecológicos graves e irreparables, daños a la salud pública o a los ecosistemas, o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección del ambiente.

Cumplimiento.

Dada la naturaleza del proyecto, se vincula con la fracción X y XII y, por lo tanto, se establece la competencia Federal para su evaluación, así como la correspondiente autorización en materia de impacto ambiental.

III.1.1.2 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).

Última reforma publicada DOF 26-04-2012

Fe de erratas DOF 27-04-2012

Fundamento.

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:

U) Actividades acuícolas que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños al ecosistema:

I. Construcción y operación de granjas, estanques o parques de producción acuícola;

R) Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y Esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales:

II. Cualquier actividad que tenga fines u objetivos comerciales, con excepción de las actividades pesqueras que no se encuentran previstas en la fracción XII del artículo 28

de la Ley, y que de acuerdo con la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables y su reglamento no requieren de la presentación de una manifestación de impacto ambiental, así como de las de navegación, autoconsumo o subsistencia de las comunidades asentadas en estos ecosistemas.

Artículo 11.- Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:

- 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;
- II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento;
- III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y
- IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular.

Cumplimiento.

El Reglamento especifica que es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción, tiene por objeto reglamentar la LGEEPA en materia de evaluación de impacto ambiental a nivel federal; establece también que por la naturaleza del proyecto se vincula con el artículo 5 inciso U y R, ratificando así la competencia Federal para su evaluación y la modalidad de manifestación de impacto ambiental a presentar es la particular.

III.1.1.3 Ley de Aguas Nacionales.

Última reforma publicada DOF 11-08-2014

Fundamento.

Artículo 2.- Las disposiciones de esta Ley son aplicables a todas las aguas nacionales, sean superficiales o del subsuelo. Estas disposiciones también son aplicables a los bienes nacionales que la presente Ley señala.

Las disposiciones de esta Ley son aplicables a las aguas de zonas marinas mexicanas en tanto a la conservación y control de su calidad, sin menoscabo de la jurisdicción o concesión que las pudiere regir.

Artículo 3.- Para los efectos de esta Ley se entenderá por:

I. "Aguas Nacionales": Son aquellas referidas en el Párrafo Quinto del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos;

Artículo 16.- La presente Ley establece las reglas y condiciones para el otorgamiento de las concesiones para explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, en cumplimiento a lo dispuesto en el Párrafo Sexto del Artículo 27 Constitucional.

Son aguas nacionales las que se enuncian en el Párrafo Quinto del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

El régimen de propiedad nacional de las aguas subsistirá aun cuando las aguas, mediante la construcción de obras, sean desviadas del cauce o vaso originales, se impida su afluencia a ellos o sean objeto de tratamiento.

Las aguas residuales provenientes del uso de las aguas nacionales también tendrán el mismo carácter, cuando se descarguen en cuerpos receptores de propiedad nacional, aun cuando sean objeto de tratamiento.

Artículo 44.- La explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales superficiales o del subsuelo por parte de los sistemas del Distrito Federal, estatales o municipales de agua potable y alcantarillado, se efectuarán mediante asignación que otorgue "la Autoridad del Agua", en los términos dispuestos por el Título Cuarto de esta Ley.

Artículo 82.- La explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales en actividades industriales, de acuicultura, turismo y otras actividades productivas, se podrá realizar por personas físicas o morales previa la concesión respectiva otorgada por "la Autoridad del Agua", en los términos de la presente Ley y sus reglamentos.

"La Comisión", en coordinación con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, otorgará facilidades para el desarrollo de la acuicultura y el otorgamiento de las concesiones de agua necesarias; asimismo apoyará, a solicitud de los interesados, el aprovechamiento acuícola en la infraestructura hidráulica federal, que sea compatible con su explotación, uso o aprovechamiento. Para la realización de lo anterior, "la Comisión" se apoyará en los Organismos de Cuenca.

Las actividades de acuicultura efectuadas en sistemas suspendidos en aguas nacionales no requerirán de concesión, en tanto no se desvíen los cauces y siempre que no se afecten la calidad de agua, la navegación, otros usos permitidos y los derechos de terceros.

Cumplimiento.

El presente proyecto contempla actividades de acuicultura efectuadas en sistemas suspendidos en aguas nacionales, por lo tanto, según lo establecido en la ley, no se requerirá la autorización de concesión, en tanto no se desvíen los cauces y siempre que no se afecten la calidad de agua, la navegación, otros usos permitidos y los derechos de terceros.

III.1.1.4 Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables.

Última reforma publicada DOF 23-01-2014

Fundamento.

Artículo 2.- Son objetivos de esta Ley:

- I. Establecer y definir los principios para ordenar, fomentar y regular el manejo integral y el aprovechamiento sustentable de la pesca y la acuicultura, considerando los aspectos sociales, tecnológicos, productivos, biológicos y ambientales;
- II. Promover el mejoramiento de la calidad de vida de los pescadores y acuicultores del país a través de los programas que se instrumenten para el sector pesquero y acuícola;
- V. Procurar el derecho al acceso, uso y disfrute preferente de los recursos pesqueros y acuícolas de las comunidades y pueblos indígenas, en los términos de la presente Ley, de los lugares que ocupen y habiten;
- IX. Establecer el régimen de concesiones y permisos para la realización de actividades de pesca y acuicultura;

Artículo 4.- Para los efectos de esta Ley, se entiende por:

- I. Acuicultura: Es el conjunto de actividades dirigidas a la reproducción controlada, preengorda y engorda de especies de la fauna y flora realizadas en instalaciones ubicadas en aguas dulces, marinas o salobres, por medio de técnicas de cría o cultivo, que sean susceptibles de explotación comercial, ornamental o recreativa;

Artículo 9.- De acuerdo con lo previsto en la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, la SEMARNAT se coordinará con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, a través de la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, para el cumplimiento de los objetivos previstos en la presente Ley, en materia de preservación, restauración del equilibrio ecológico y la protección del ambiente, particularmente, en los siguientes aspectos:

- I. En áreas naturales protegidas, de acuerdo con la declaratoria de creación o el programa de manejo, emitir recomendaciones sustentadas, fundadas y motivadas, sobre los permisos

y concesiones de pesca y acuacultura que se pretendan otorgar, así como los volúmenes de pesca incidental;

II. En el ámbito de su competencia llevar a cabo la inspección y vigilancia de las actividades pesqueras y acuícolas y coordinarse con la Secretaría o la Secretaría de Marina, de conformidad con las disposiciones legales aplicables;

Artículo 17.- Para la formulación y conducción de la Política Nacional de Pesca y Acuacultura Sustentables, en la aplicación de los programas y los instrumentos que se deriven de esta Ley, se deberán observar los siguientes principios:

I. El Estado Mexicano reconoce que la pesca y la acuacultura son actividades que fortalecen la soberanía alimentaria y territorial de la nación, que son asuntos de seguridad nacional y son prioridad para la planeación nacional del desarrollo y la gestión integral de los recursos pesqueros y acuícolas;

II. Que la pesca y la acuacultura se orienten a la producción de alimentos para el consumo humano directo para el abastecimiento de proteínas de alta calidad y de bajo costo para los habitantes de la nación;

V. Reconocer a la acuacultura como una actividad productiva que permita la diversificación pesquera, ofrecer opciones de empleo en el medio rural, incrementar la producción pesquera y la oferta de alimentos que mejoren la dieta de la población mexicana, así como la generación de divisas;

Artículo 18.- Las entidades federativas y los municipios en el ámbito de sus competencias, observarán y aplicarán los principios a que se refiere el artículo anterior.

Artículo 24.- La Secretaría, en coordinación con las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal competentes, y en lo que corresponda, con los gobiernos de las entidades federativas, realizará las acciones necesarias para fomentar y promover el desarrollo de la pesca y la acuacultura, en todas sus modalidades y niveles de inversión, y para tal efecto:

I. Establecerá servicios de investigación en reproducción, genética, nutrición, sanidad y extensionismo, entre otros, para apoyar a las personas y organizaciones que se dediquen a esas actividades;

II. Asesorará a los acuacultores para que el cultivo y explotación de la flora y fauna acuática, se realicen de acuerdo con las prácticas que las investigaciones científicas y tecnológicas aconsejen; así como en materia de construcción de infraestructura, adquisición y operación de plantas de conservación y transformación industrial, insumos, artes y equipos de cultivo y demás bienes que requiera el desarrollo de la actividad acuícola;

Cumplimiento.

Sus disposiciones son de orden público e interés social y reconoce a la acuicultura como una actividad que fortalece la soberanía nacional y territorial de la nación, que son asuntos de seguridad nacional y son prioridad para la planeación nacional del desarrollo y la gestión integral de los recursos acuícolas

III.1.2 Leyes Estatales y sus reglamentos.

Es necesario e importante, vincular el presente proyecto con la legislación ambiental aplicable estatal, esto siguiendo el orden de jerarquías según Kelsen, por tal motivo se enuncian los siguientes instrumentos legales:

III.1.2.1 Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla en materia de Evaluación de Impacto y Riesgo Ambiental.

Artículo 1.- La presente Ley es de orden público e interés social, sus disposiciones son de observancia obligatoria en el Estado de Puebla y tienen por objeto apoyar el desarrollo sustentable a través de la prevención, preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, así como sentar las bases para:

I. Proporcionar a toda persona el derecho a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar;

V. La prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo;

VII. El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, en el ámbito de su competencia, de manera que sean compatibles con la obtención de beneficios económicos;

Cumplimiento.

La presente Ley es de orden público e interés social, sus disposiciones son de observancia obligatoria en todo el territorio del estado y tienen por objeto, la conservación, la preservación y la restauración del equilibrio ecológico, la protección al ambiente y la procuración del desarrollo sustentable, de conformidad con las facultades que se derivan de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y disposiciones que de ella emanan.

Este instrumento jurídico se vincula con el presente proyecto toda vez que se asumirá la responsabilidad de la preservación, conservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente por la ejecución del mismo; además de que se estará obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique. Asimismo, durante cada una de las etapas del proyecto se promoverán acciones de mitigación y aprovechamiento de manera sustentable los recursos naturales.

III.1.2.2 Reglamento de la Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla en Materia de Evaluación de Impacto y Riesgo Ambiental.

Fundamento.

El Reglamento es de observancia general en todo el territorio estatal; tiene por objeto regular la Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla en Materia de Evaluación de Impacto y Riesgo Ambiental. La aplicación de éste corresponde a la Secretaría de Desarrollo Rural, Sustentabilidad y Ordenamiento Territorial (SDRSOT), de conformidad con las disposiciones legales y reglamentarias en la materia;

establece que dicha Secretaría evaluará el impacto ambiental y en su caso, el riesgo ambiental de obras y actividades que en forma enunciativa y no limitativa señala.

Cumplimiento.

Las obras y/o actividades que pretende el proyecto están reservadas a la federación y requieren de la evaluación previa en materia de impacto ambiental mediante la presentación de una Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y, aunque el proyecto es de competencia federal, en acato a lo que establecen dichos preceptos, éstos se prescriben por ser de observancia obligatoria en el ámbito territorial del Estado de Puebla.

III.1.2.3 Ley para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial para el Estado de Puebla.

Fundamento.

Artículo 1.- La presente Ley es de orden público e interés social y tiene por objeto:

II. Prevenir la contaminación de sitios por residuos sólidos urbanos y de manejo especial, así como llevar a cabo la remediación en su caso;

VI. Fomentar la prevención de la generación, caracterización, valorización y el desarrollo de sistemas de gestión, así como de manejo integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial;

VII. Definir las responsabilidades en la gestión y manejo integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial de los generadores, comerciantes, consumidores, población en general, así como de las Autoridades Estatales y Municipales;

Artículo 10.- Corresponde a los Ayuntamientos, en el ámbito de sus respectivas competencias y jurisdicción, las siguientes atribuciones:

I. Formular por sí o con el apoyo de los representantes de los distintos sectores sociales, los programas municipales para la prevención, reducción, gestión y manejo integral de los

residuos sólidos urbanos, los cuales deberán observar lo dispuesto en el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos;

Fracción reformada el 27/feb/2012 y el 28/mar/2012

IV. Prevenir la generación, fomentar la reducción y controlar el manejo integral de los residuos sólidos urbanos;

VI. Prestar por si o a través de terceros, de manera total o parcial el servicio público de limpia, recolección, traslado, transferencia, tratamiento y disposición final de residuos de conformidad con la legislación aplicable.

Cumplimiento.

Se contará con un programa integral de manejo de residuos en el cual se destacará el siguiente punto:

El proyecto generará residuos sólidos urbanos, derivados de actividades humanas, los cuales se dispondrán en contenedores debidamente distribuidos y etiquetados en la periferia del vaso 2, donde periódicamente se recolectarán para su disposición final, servicio que cubrirá el municipio.

III.1.2.4 Reglamento de la Ley para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial para el Estado de Puebla.

Fundamento.

Artículo 1.- El presente ordenamiento es de interés público y de observancia general en la Entidad y tiene por objeto proveer en el ámbito administrativo, el exacto cumplimiento de las disposiciones de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Puebla.

Artículo 10.- Los generadores sujetos a un plan de manejo a que se refiere la Ley, son aquéllos que en su conjunto producen o reúnen cantidades de 10 toneladas peso bruto, así

como los que exceden dicha cantidad de forma anual de residuos, o los que en su caso generan cantidades de residuos igual o mayor a 27 kilogramos por día.

Cumplimiento.

Dependiendo del volumen de generación diaria se apegará a lo dispuesto en el Reglamento de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Puebla.

III.1.3.5 Reglamento de la Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla, en materia de prevención y control de la Contaminación Atmosférica.

Fundamento.

Artículo 21.- Los propietarios y conductores de fuentes móviles directas registradas en el Estado, destinados al servicio público de transporte, servicio de transporte mercantil en sus diferentes modalidades y al servicio particular, deberán cumplir con la verificación vehicular de conformidad a lo establecido en este Reglamento.

Artículo 22.- La verificación vehicular que deberán cumplir los propietarios y/o conductores de fuentes móviles directas registradas en el Estado, será de forma semestral, para realizarla tendrán un plazo de dos meses conforme al calendario que establezca la Secretaría.

Artículo 24.- Los propietarios y/o conductores de fuentes móviles directas, registradas en otras entidades federativas, inclusive en el extranjero que circulen en el territorio del Estado de Puebla, podrán ser verificados voluntariamente en cualquier Centro, en cualquier etapa del Programa y no podrán ser detenidos ni sancionados por autoridad competente, salvo en caso de que dichos vehículos contaminen ostensiblemente, siendo considerado esto como Verificación Vehicular Voluntaria.

Artículo 30.- A los propietarios o conductores de fuentes móviles directas que las sometan al procedimiento de verificación vehicular y rebasen por primera ocasión en el periodo correspondiente los parámetros permitidos por las Normas Oficiales Mexicanas, el personal acreditado deberá entregar a aquéllos una constancia de no aprobado.

Tendrán la oportunidad de volver a verificarlo dentro de los siguientes treinta días naturales en el mismo Centro sin costo alguno; en caso de ser presentado en otro Centro, deberán pagar nuevamente el costo de la verificación. En caso de que se presente la fuente móvil directa fuera del plazo mencionado y fuera de su periodo de verificación, el propietario o conductor deberá pagar la multa y la tarifa correspondiente.

Cumplimiento.

El proyecto generará emisiones a la atmósfera producto del uso de combustibles fósiles, por lo que de acuerdo con los artículos citados, el promovente deberá cerciorarse de que los contratistas de los vehículos y de la maquinaria los hayan verificado y dado el mantenimiento adecuado ateniéndose a las sanciones propuestas en la misma ley en caso de no cumplir con los requerimientos.

III.2 Vinculación con los Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio, Áreas Naturales Protegidas u otras zonificaciones prioritarias para la conservación y regulación del uso del suelo

El Ordenamiento Ecológico es un Instrumento de la política ambiental que se concibe como un proceso de planeación cuyo objetivo es encontrar un patrón de ocupación del territorio que maximice el consenso y minimice el conflicto entre los diferentes sectores sociales y las autoridades en una región. Durante este proceso se generan, instrumentan, evalúan y, en su caso, modifican las políticas ambientales con las que se busca alcanzar un mejor balance entre las actividades productivas y la protección de los recursos naturales a través de la vinculación entre los tres órdenes de gobierno, la participación activa de la sociedad y la transparencia en la gestión ambiental.

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico. Es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y tiene como propósito vincular las acciones y programas de la Administración Pública Federal que deberán observar la variable ambiental en términos de la Ley de Planeación.

Por los beneficios sectoriales que supone, el POEGT contribuye a dar certidumbre a la inversión pública y seguridad social para realizar distintas actividades, y con ello, elevar la competitividad. El POEGT es coordinado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales con el apoyo del Instituto Nacional de Ecología, y con la colaboración de las secretarías de Desarrollo Social; Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; Turismo; Reforma Agraria; Gobernación (Consejo Nacional de Población, Centro Nacional para la Prevención de Desastres); Comunicaciones y Transportes; Economía (Servicio Geológico Mexicano); Energía (Petróleos Mexicanos, Comisión Federal de Electricidad) y el Instituto de Estadística y Geografía. El Artículo 3 fracción XXIV de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente define al Ordenamiento Ecológico del Territorio (OET) como: ...*“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, la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.”...*

III.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

Publicado en el DOF el 07-12-2012.

El ordenamiento ecológico del territorio se define jurídicamente como el instrumento de política ambiental cuya finalidad es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de utilización de los recursos naturales, para lograr la protección del medioambiente, la preservación y el aprovechamiento sustentable de dichos recursos, sustentado en la Ley

General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico.

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), tiene como objetivo principal que los sectores del Gobierno Federal incorporen acciones ambientales en diferentes actividades relacionadas con el uso y ocupación del territorio, con la finalidad de que se protejan las zonas críticas para la conservación de la biodiversidad, los bienes y servicios ambientales. Los 10 lineamientos ecológicos que se formularon para este Programa, mismos que reflejan el estado deseable de una región ecológica o unidad biofísica ambiental, se instrumentan a través de las directrices generales que en lo ambiental, social y económico se deberán promover para alcanzar el estado deseable del territorio nacional.

Por su parte, las estrategias ecológicas, definidas como los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el territorio nacional, fueron construidas a partir de los diagnósticos, objetivos y metas comprendidos en los programas sectoriales, emitidos respectivamente por las dependencias de la Administración Pública Federal que integran el Grupo de Trabajo Intersecretarial. Las estrategias se implementarán a partir de una serie de acciones que cada uno de los sectores en coordinación con otros sectores deberán llevar a cabo, con base en lo establecido en sus programas sectoriales o el compromiso que asuman dentro del Grupo de Trabajo Intersecretarial para dar cumplimiento a los objetivos de este POEGT. En este sentido, se definieron tres grandes grupos de estrategias: las dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, las dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana y las dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

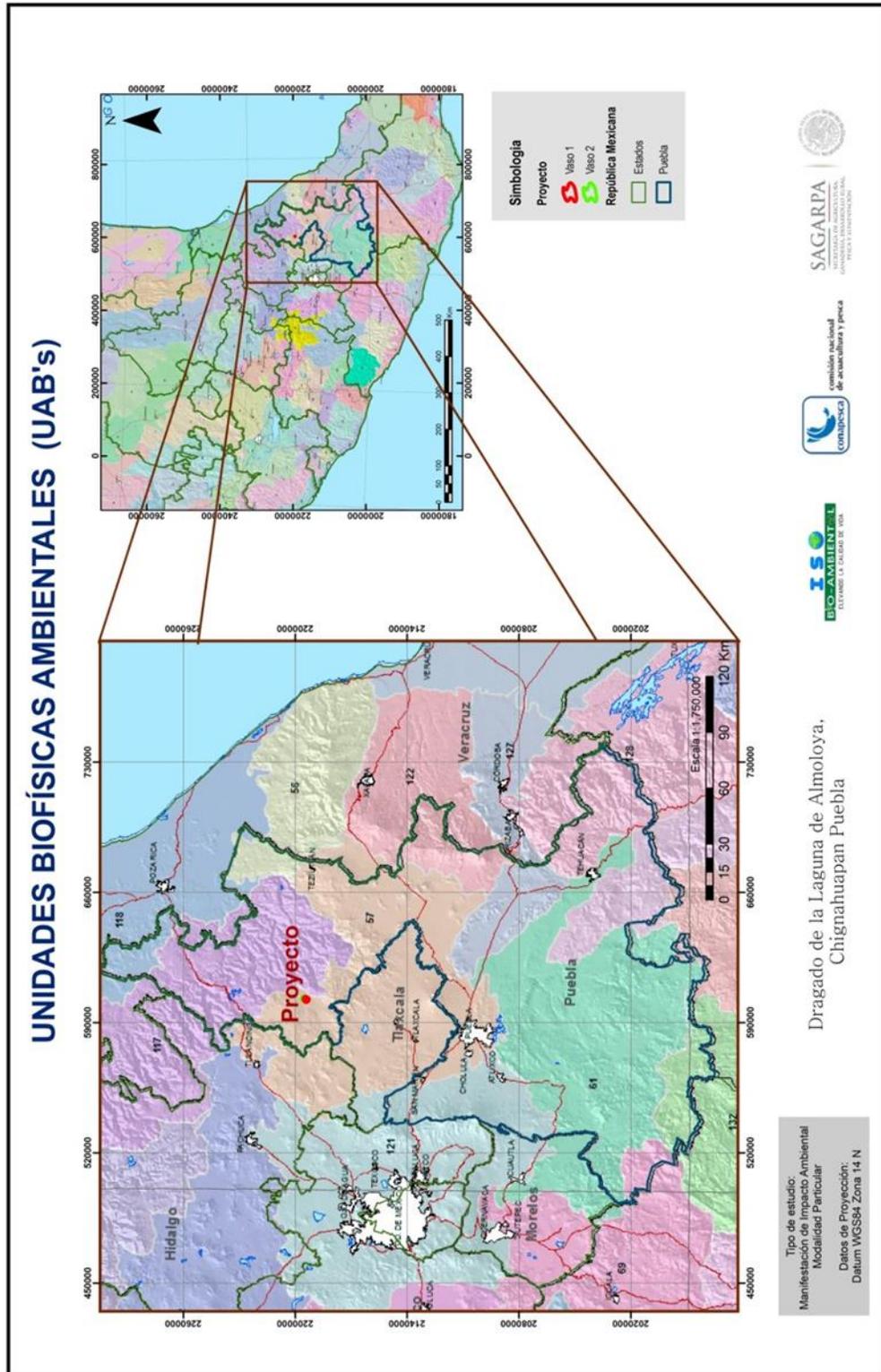
Los lineamientos ecológicos a cumplir son los siguientes:

Tabla 13. **Unidad Ambiental Biofísica**

Lineamientos ecológicos del POEGT	
1	Proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, consolidando la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio.
2	Mejorar la planeación y coordinación existente entre las distintas instancias y sectores económicos que intervienen en la instrumentación del programa de ordenamiento ecológico general del territorio, con la activa participación de la sociedad en las acciones en esta área.
3	Contar con una población con conciencia ambiental y responsable del uso sustentable del territorio, fomentando la educación ambiental a través de los medios de comunicación y sistemas de educación y salud.
4	Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural.
5	Preservar la flora y la fauna, tanto en su espacio terrestre como en los sistemas hídricos a través de las acciones coordinadas entre las instituciones y la sociedad civil.
6	Promover la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, mediante formas de utilización y aprovechamiento sustentable que beneficien a los habitantes locales y eviten la disminución del capital natural.
7	Brindar información actualizada y confiable para la toma de decisiones en la instrumentación del ordenamiento ecológico territorial y la planeación sectorial.
8	Fomentar la coordinación intersectorial a fin de fortalecer y hacer más eficiente al sistema económico.
9	Incorporar al SINAP las áreas prioritarias para la preservación, bajo esquemas de preservación y manejo sustentable.
10	Reducir las tendencias de degradación ambiental, consideradas en el escenario tendencial del pronóstico, a través de la observación de las políticas del ordenamiento ecológico general del territorio.

Las obras y/o actividades que propone el proyecto se ubican en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 58 denominada “Depresión Oriental (de Tlaxcala y Puebla)”. A su vez dentro de la Región Ecológica 16.10 establecidas en el POEGT como de Atención de prioridad media.

Carta 12. Ubicación del Proyecto respecto a las UAB's



De acuerdo con el grado de participación que cada Sector adquiere en la conducción del Desarrollo Sustentable en la UAB y a la región a la que pertenecen, la aptitud sectorial (Regiones del territorio en que concurren los atributos ambientales que favorecen el desarrollo de los programas, proyectos y acciones de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal) de la Región 16.10 es la siguiente:

Carta 13. Unidad Ambiental Biofísica

UAB	Rectores del Desarrollo	Coadyuvantes del Desarrollo	Asociados del Desarrollo	Otros Sectores de interés	Estrategias Sectoriales
57	Desarrollo Social-Forestal	Agricultura	Ganadería-Minería	CFE- Industria- Preservación de Flora y Fauna	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 16, 17, 19, 20, 28, 29, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

La Política Ambiental que se establece en la Unidad Ambiental Biofísica 57 es la de Restauración. Preservación y Aprovechamiento Sustentable. Por la ubicación del proyecto, en el siguiente cuadro se prescriben de modo general, las características que presentan las UAB's que se involucran con las obras y/o actividades que se pretendan para su análisis y observancia. A continuación, se detallan las Estrategias de las Regiones Ecológicas 16.10.

Tabla 14. Estrategias de la Región Ecológica 16.10

Estrategias
1.- Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio
A. Dirigidas a la preservación
1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.
2. Recuperación de especies en riesgo.
3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.

Estrategias
B. Dirigidas al aprovechamiento sustentable
4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.
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
8. Valoración de los servicios ambientales
C. Dirigidas a la protección de los recursos naturales
12. Protección de los ecosistemas
13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes
D. Dirigidas a la restauración
14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agropecuarios.
E. Dirigidas al aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios
15. Aplicación de los productos de la investigación en el sector minero al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables
15BIS. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.
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
17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras)
19. Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de tecnologías y fuentes primarias de generación e impulsar especialmente, a través de mecanismos específicos, el uso de fuentes de energía que no aumenten la emisión de gases de efecto invernadero.
20. Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, fomentando el aprovechamiento de fuentes renovables de energía y biocombustibles técnica, económica, ambiental y socialmente viables.
2. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana
C. Agua y saneamiento

Estrategias

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

D. Infraestructura y equipamiento urbano y regional

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

E. Desarrollo social

36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza

37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas

38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza

39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.

40. Atender las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación

41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad

3. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional

A. Marco jurídico

42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural

B. Planeación del ordenamiento territorial

43. Integrar, modernizar

44. Impulsar el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil

Observancia

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

Para el caso del proyecto, es aplicable la acción establecida en la estrategia antes descrita y que se refiere al agua y su saneamiento al buscar consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico

Lo anterior permite evidenciar la búsqueda de objetivos, sinergia, coordinación y corresponsabilidad entre las instancias gubernamentales involucradas, mismas que promueven y ejecutan programas en el ejercicio de sus atribuciones, tal como lo establece el POEGT.

III.2.2 Planes o Programas de Desarrollo Urbano Estatales o Municipales.

III.2.2.1 Plan Estatal de Desarrollo 2011-2017 del Estado de Puebla.

El Plan Estatal de Desarrollo 2011-2017 es un instrumento de política pública basado en una estrategia de transformación, sustentada en cuatro ejes fundamentales: “más empleos y mayor inversión”; “igualdad de oportunidades para todos”; “gobierno honesto y al servicio de la gente” y “política interior, justicia y seguridad”.

Prescribe, que el turismo es una fuente de generación de riqueza, de empleo y de inversión, que debemos potenciar, es importante porque se vincula con múltiples actividades productivas, y el estado tiene recursos naturales, culturales e historia. Se debe fomentar mediante la diversificación de sus mercados, productos y destinos para aumentar el flujo de visitantes y mejorar los ingresos de los poblados. Se busca explotar los productos turísticos, que permitirán detonar modalidades como el turismo de naturaleza, rural, de aventura, cinegético, cultural, religioso, entre otros, para que la concentración de los visitantes y la derrama económica no se ubiquen en un solo municipio y puedan dirigirse también al interior del estado.

Prescribe, entre otros, el siguiente objetivo: Promover productos turísticos especializados, con énfasis en el ecoturismo, turismo rural, turismo de aventura y el turismo cultural.

Además, enuncia que se impulsará el desarrollo y aplicación de tecnologías apropiadas para disminuir la vulnerabilidad socio ambiental, que generen un impacto positivo en los ecosistemas con un enfoque regional, que propicie una mejor calidad de vida de los habitantes de la zona.

Observancia

Una vez analizada la información proporcionada por el Plan Estatal de Desarrollo es posible vincularlo con el presente proyecto, puesto que se ha considerado llevar a cabo la ejecución de los estudios necesarios que permitan realizar las actividades del presente proyecto con el objetivo de mejorar las condiciones de producción del sector primario y brindar alternativas económicamente factibles y rentables para equilibrar ingresos del sector turismo en cualquiera de sus modalidades en conjunto con otras actividades económicas que se desarrollan en el perímetro de la laguna y en el municipio de Chignahuapan en general. En este sentido, concretamente la ejecución del proyecto en la Laguna de Almoloya pretende equilibrar los beneficios de la **actividad acuícola**.

III.3 Programas de Recuperación y Restablecimiento de las Zonas de Restauración Ecológica

Con respecto a los programas de Recuperación y Restablecimiento de las Zonas de Restauración Ecológica, para el presente estudio se considera que estas son: las Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICAS), Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) y Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).

De acuerdo con los datos registrados en la Comisión Nacional de la Biodiversidad (CONABIO), el Estado de Puebla presenta un total de 14 zonas, de las cuales siete son Regiones Terrestres Prioritarias (RTP's), dos son Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP's) y cinco son Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA's).

III.3.1 Áreas de Importancia para la conservación de Aves (AICAS)

La priorización de áreas para la conservación puede ser particularmente útil para diseñar estrategias de conservación adecuadas en países megadiversos en desarrollo como México, Brasil e Indonesia. En este sentido, México es un país que está avanzando en el desarrollo de estrategias de conservación con bases y metodologías sólidas.

Los resultados indican que estos estudios pueden ser de mucha utilidad y son un importante avance en conservación, ya que han permitido determinar las reservas más importantes, las áreas que deben decretarse como reservas para tener representadas todas las especies y los grupos de especies más vulnerables a la extinción. Es así como nace el programa de las AICAS como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves (CIPAMEX) y *BirdLife International*. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves.

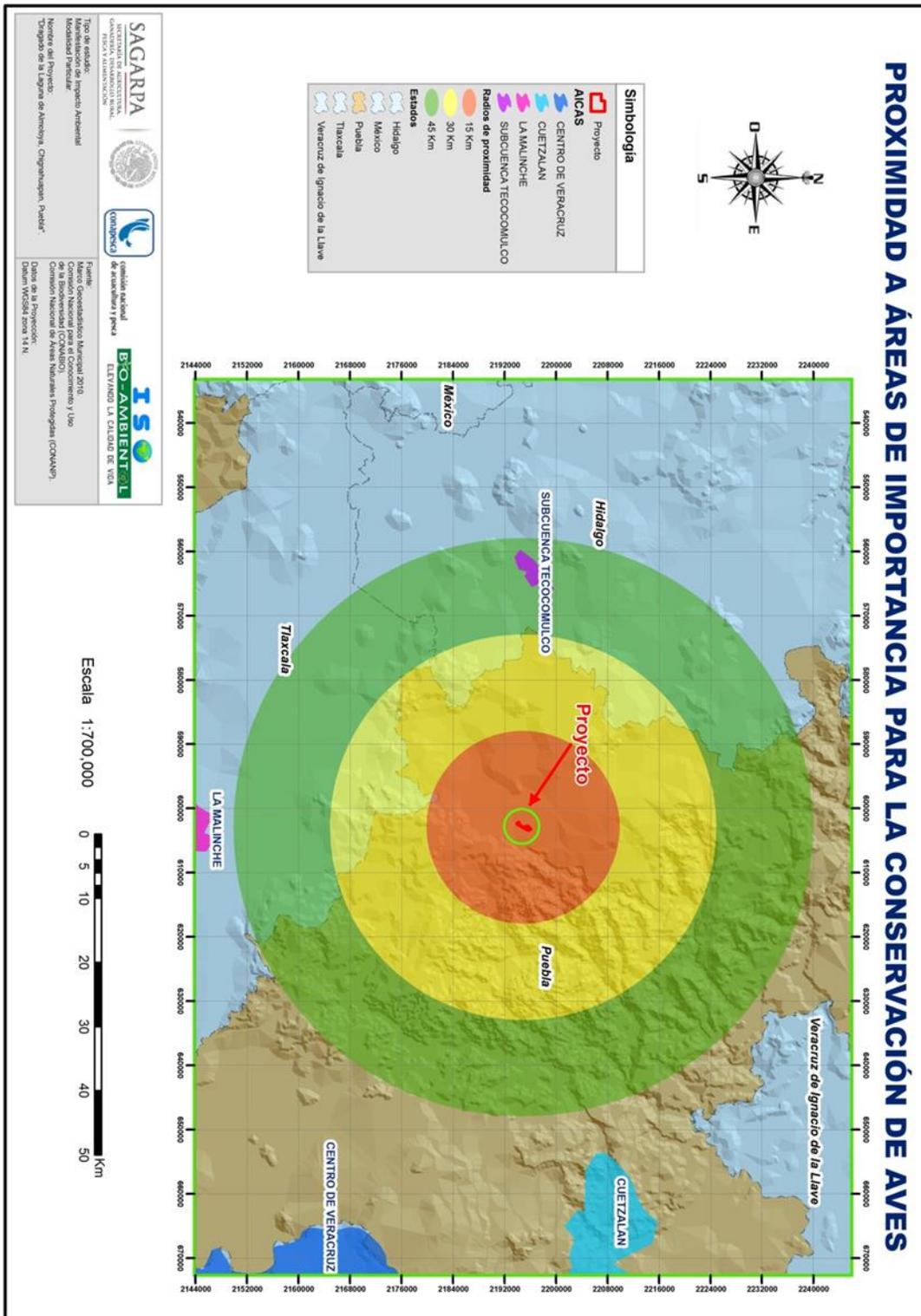
Los propósitos que contempla son los siguientes: Ser una herramienta para los sectores de toma de decisiones que ayude a normar criterios de priorización y de asignación de recursos para la conservación. Ser una herramienta para los profesionales dedicados al estudio de

las aves que permita hacer accesible a todos, datos importantes acerca de la distribución y ecología de las aves en México.

Ser una herramienta de difusión que sea utilizada como una guía para fomentar el turismo ecológico tanto a nivel nacional como internacional. Fomentar la cultura "ecológica", especialmente en lo referente a las aves, sirviendo como herramienta para la formación de clubes de observadores de aves, y de otros tipos de grupos interesados en el conocimiento y la conservación de estos animales. La inclusión de este programa dentro del capítulo de vinculación se considera primordial, ya que en los casos en que el proyecto se ubique dentro de alguna área, se deberá realizar un monitoreo adecuado en las visitas de campo a efecto de verificar, sitios de anidación, rutas de migración, a fin de tomar las medidas necesarias para evitar la afectación de esta población faunística.

En lo que respecta a este proyecto y como se puede observar en la siguiente carta éste no se encuentra dentro de ningún AICA, la más cercana se ubica a 37 km y es denominada como "Subcuenca Tecocomulco", a 50 km de "Cuetzalan", a 67 km de "Centro de Veracruz" y a 47 km de "La Malinche".

Carta 14. Distancias del proyecto a las Áreas de Importancia para la Conservación de Aves.



III.3.2 Regiones Terrestres Prioritarias.

El proyecto de Regiones Terrestres Prioritarias se circunscribe en el Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), que se orienta a la detección de áreas cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad en diferentes ámbitos ecológicos.

Esta regionalización incluye la identificación de sitios con un alto valor de biodiversidad en los ambientes terrestres del país, utilizando diversos criterios para su determinación, entre los que se encuentran los de tipo biológico que consideran: 1) extensión del área; 2) integridad ecológica funcional de la región; 3) importancia como corredor biológico entre regiones; 4) diversidad de ecosistemas; 5) fenómenos naturales extraordinarios (e.g., localidades de hibernación, migración o reproducción); 6) presencia de endemismos; 7) riqueza específica; 8) centros de origen y diversificación natural, y 9) centros de domesticación o mantenimiento de especies útiles.

También se incluyeron criterios de amenaza para el mantenimiento de la biodiversidad, entre otros: 1) pérdida de la superficie original; 2) fragmentación de la región; 3) cambios en la densidad de la población; 4) presión sobre especies clave o emblemáticas; 5) concentración de especies en riesgo, y 6) prácticas de manejo inadecuadas. Asimismo, se consideraron criterios de oportunidad para su conservación como: 1) proporción de áreas bajo algún tipo de manejo inadecuado; 2) importancia de los servicios ambientales, y 3) presencia de grupos organizados. La identificación de las regiones fue producto de dos talleres con 65 expertos, pertenecientes a 37 instituciones, realizados en 1996 y 1999, en los que se obtuvieron los polígonos de alta biodiversidad en función de los criterios antes mencionados con el apoyo de un sistema de información geográfico y cartografía actualizada, así como mediante una actualización continua en línea. El resultado de este ejercicio de planeación son 152 regiones terrestres que cubren 515 558 km², las cuales están delimitadas espacialmente en función de los criterios mencionados, así como de su correspondencia

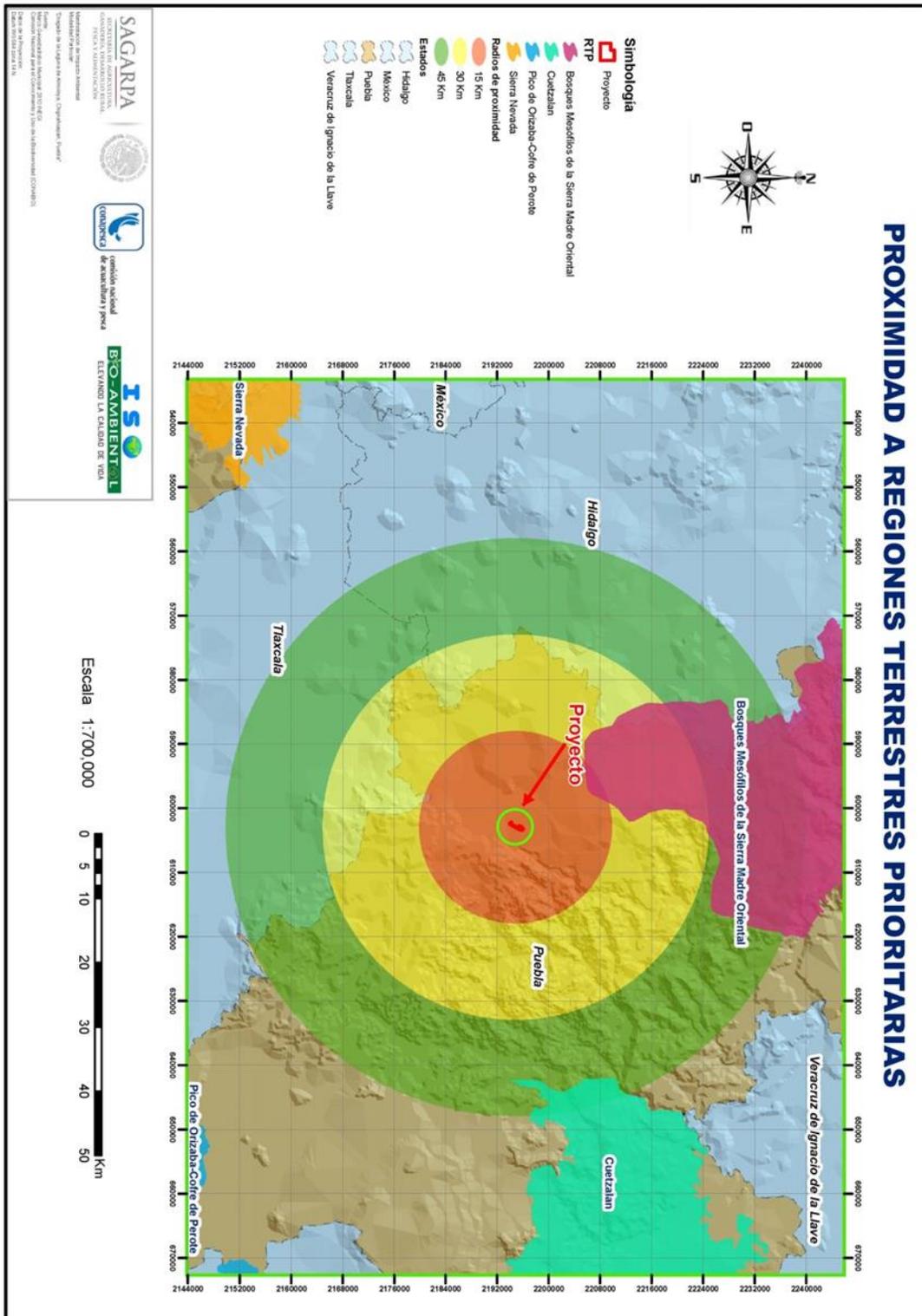
Con este esfuerzo de regionalización, la CONABIO pretende contribuir a integrar una agenda que dé dirección a la inversión que las agencias nacionales e internacionales aportan como apoyo a las actividades de conservación. De igual forma, este ejercicio se orienta a conformar un marco de referencia que pueda ser utilizado en la toma de decisiones para definir programas que ejecutan los diferentes sectores y niveles de gobierno

La inclusión de este programa dentro del capítulo de vinculación se considera importante ya que en los casos en que el proyecto se ubique dentro de alguna área, se debe vincular con las políticas de conservación establecidas, a efecto de mantener o mejorar la integridad ecológica funcional del ecosistema.

En lo que respecta a este proyecto y como se puede observar en la siguiente carta, éste no se encuentra dentro de ninguna RTP, pero es importante mencionar su proximidad a las cercanas a este, y la denominada “Bosques Mesófilos se encuentra a aproximadamente 11 km, la Sierra Madre Oriental” a 38 km, “Cuetzalan” y la “Sierra Nevada” a 66 km y la denominada “Pico de Orizaba” a 68 km.

Es importante señalar que el proyecto no agravará de manera notoria ninguna de ellas, puesto que se trata de un proyecto temporal y que ejecutará medidas de mitigación.

Carta 15. Distancias del proyecto a las Regiones Terrestres Prioritarias.



III.3.3 Regiones Hidrológicas Prioritarias.

El proyecto de Regiones Hidrológicas Prioritarias se circunscribe en el Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), que se orienta al diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.

Las aguas epicontinentales incluyen una rica variedad de ecosistemas, muchos de los cuales están física y biológicamente conectados o articulados por el flujo del agua y el movimiento de las especies. Estas conexiones son fundamentales para el mantenimiento de la biodiversidad y el bienestar de las comunidades humanas, no sólo a niveles local y regional, sino nacional y global.

Los hábitats acuáticos epicontinentales son más variados en rasgos físicos y químicos que los del ambiente marino. Aparte de los pantanos, que tradicionalmente se agrupan como humedales continentales, los sistemas epicontinentales incluyen lagos, ríos, estanques, corrientes, aguas subterráneas, manantiales, cavernas sumergidas, planicies de inundación, charcos e incluso el agua acumulada en las cavidades de los árboles.

Las diferencias en la química del agua, transparencia, velocidad o turbulencia de la corriente, así como de profundidad y morfometría del cuerpo acuático, contribuyen a la diversidad de los recursos biológicos que se presentan en las aguas epicontinentales. Asimismo, no es extraño el hecho de que un organismo dado pueda requerir de más de un hábitat acuático durante su ciclo de vida.

Es así como surge la necesidad de revisar el estatus de la información sobre la diversidad y el valor biológico de las cuencas hidrológicas, además de evaluar las amenazas directas e indirectas sobre los recursos y el potencial para su conservación y manejo adecuado. Para

esto, se realizaron dos talleres interdisciplinarios sobre regiones hidrológicas prioritarias y biodiversidad de México en abril y mayo de 1998, con la participación de especialistas y personal académico con la finalidad de desarrollar un marco de referencia para contribuir a la conservación y manejo sostenido de los ambientes acuáticos epicontinentales.

La inclusión de este programa dentro del capítulo de vinculación se considera importante, ya que en este se establecen diversos aspectos de problemáticas identificadas con el recurso hidrológico, siendo los más sobresalientes los siguientes:

- Sobreexplotación de los acuíferos superficiales y subterráneos lo que ocasiona una notable disminución en la cantidad de agua disponible, intrusión salina, desertificación y deterioro de los sistemas acuáticos.
- Contaminación de los acuíferos superficiales y subterráneos principalmente por descargas urbanas, industriales, agrícolas y mineras que provocan disminución en la calidad del agua, eutroficación y deterioro de los sistemas acuáticos.
- Cambio de uso de suelo para agricultura, ganadería, silvicultura y crecimiento urbano e industrial mediante actividades que modifican el entorno como desforestación, alteración de cuencas y construcción de presas, desecación o relleno de áreas inundables, modificación de la vegetación natural, pérdida de suelo, obras de ingeniería, contaminación e incendios.
- Introducción de especies exóticas a los cuerpos de agua y el consiguiente desplazamiento de especies nativas y disminución de la biodiversidad.

En lo que respecta a este proyecto y como se puede observar en la siguiente carta, se encuentra dentro de la RHP denominada "Río Tecolutla" y a una distancia aproximada de 20 km se encuentra la denominada "Llanos de Apan" y finalmente la Cuenca Oriental a una distancia de 45 km.

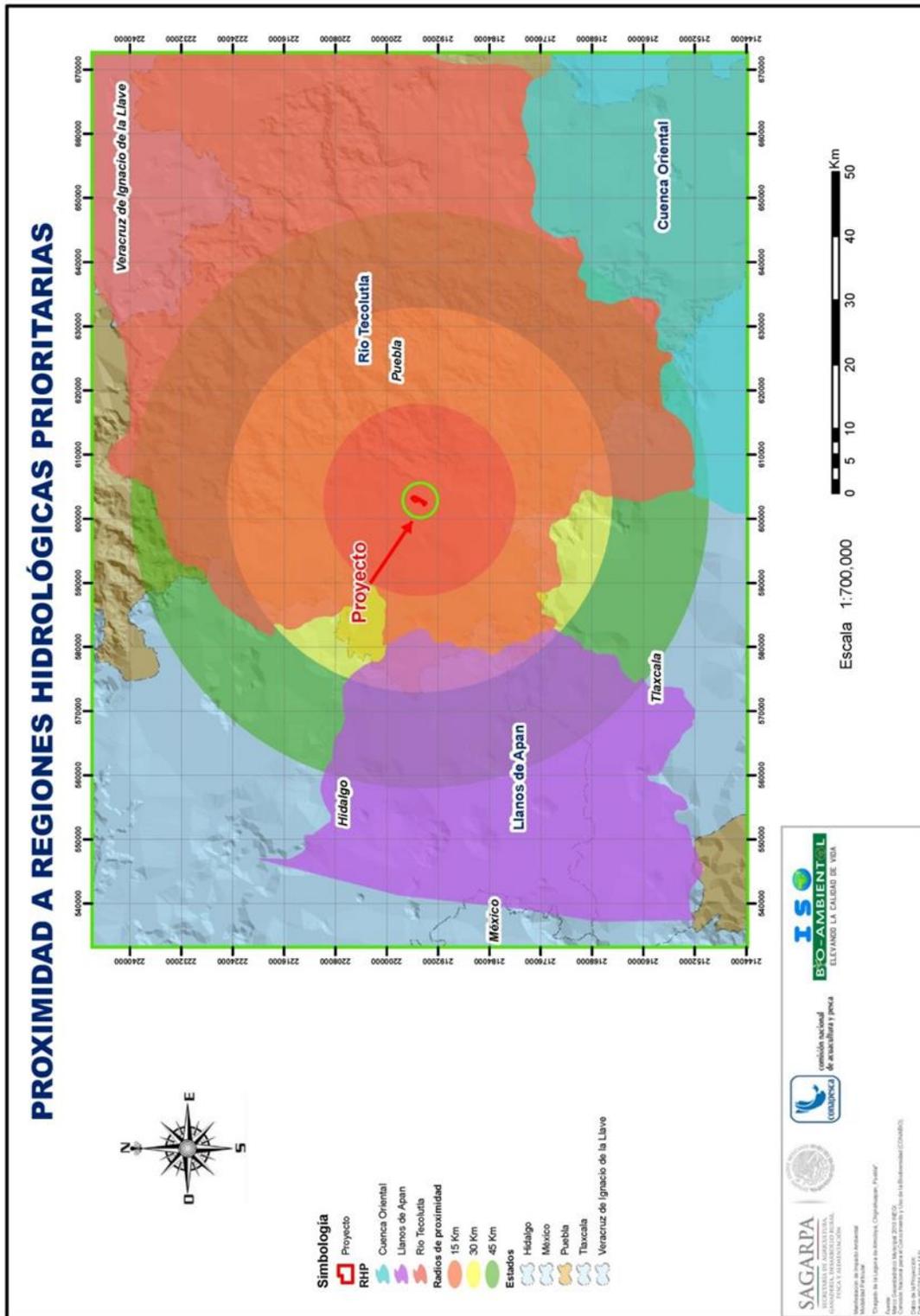
Región Hidrológica Prioritaria Río Tecoluta

El proyecto incide directamente sobre esta región que tiene una extensión de 950.05 km² y cuya problemática ambiental según datos de la CONABIO es la siguiente:

- Modificación del entorno: desforestación, modificación de la vegetación excepto en cañadas, ganadería extensiva, pérdida de suelos por deslave, desecación de ríos y mantos freáticos. Monocultivo de maíz y manejo inadecuado del suelo.
- Contaminación: por agroquímicos que afectan el cultivo de la vainilla. Coliformes en las cuenca baja y media.
- Uso de recursos: existen recursos gaseros, abastecimiento de agua y riego.

Sin embargo, es importante señalar que el proyecto no agravará de manera significativa ninguna de ellas, puesto que se trata de un proyecto temporal y que ejecutará medidas de mitigación.

Carta 16. Distancias del proyecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias



III.3.4 Áreas Naturales Protegidas.

Acorde a lo que establece la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), en el Estado de Puebla se ubican cuatro Parques Nacionales, dos Reservas de la Biosfera y un Área de Protección de los Recursos Naturales y son los siguientes: Parque Nacional Iztaccíhuatl, Parque Nacional Malinche o Matlalcuéyatl, Parque Nacional Pico de Orizaba, Parque Nacional Cañón de Río Blanco, Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla y Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa, todas ellas de competencia de la federación.

Con relación al presente apartado y como se observa en la siguiente carta, la zona de estudio no se encuentra dentro de un Área Natural Protegida, sin embargo es importante analizar la proximidad a las mismas y de ello se puede mencionar que a 37 km se encuentra la denominada Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa”, a 62 km “Barranca de Metztlán” y a 72 km de “Iztaccihuatl-Popocatepetl”, por lo que la ejecución del proyecto no alterará y/o afectará en su entorno algún área natural protegida de competencia estatal y/o federal.

III.4 Normas Oficiales Mexicanas (NOM).

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM's), son una herramienta que permite a la autoridad establecer requisitos, especificaciones, condiciones, procedimientos, metas, parámetros y límites permisibles que deberán de observarse en regiones, zonas, cuencas o ecosistemas para el aprovechamiento de los recursos naturales, en el desarrollo de actividades económicas, en el uso y destino de bienes, en insumos y en procesos. Se considera que durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación existen NOM's que pueden regular los impactos que pudieran ocasionarse. Las principales Normas Oficiales Mexicanas que se emplearán según los casos serán las siguientes.

Tabla 15. NOM's aplicables en materia de residuos

NOM-052- SEMARNAT -2005	
Mandato	Vinculación con el proyecto
Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos	La generación de residuos a partir del mantenimiento de los vehículos y maquinaria utilizada. De acuerdo con las NOM, los residuos generados del mantenimiento vehículos automotores y maquinarias contienen características con las cuales son considerados residuos peligrosos.

Tabla 16. NOM's aplicables en materia de Vida Silvestre

NOM-059- SEMARNAT -2010	
Mandato	Vinculación con el proyecto
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.	Durante las visitas de campo no se identificó la existencia de especies listadas en la presente norma, sin embargo, es importante mencionar que se llevará a cabo un programa de rescate y reubicación de especies de fauna.

III.5 Análisis Integral de la viabilidad del proyecto

En cumplimiento a lo que establece el Artículo 28 fracciones X y XII de la LGEEPA y Artículo 5 inciso U y R de su Reglamento, se somete al Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (PEIA) la presente manifestación de impacto ambiental-modalidad particular ante la autoridad correspondiente (SEMARNAT) por la ejecución de las obras y/o actividades de Construcción y Operación de la Granja Acuícola “Axolotl, Laguna de Chignahuapan, Chignahuapan, Puebla, que se encuentran listadas en los artículos de dichos preceptos.

La concordancia del proyecto con el Plan de Desarrollo del Estado de Puebla 2011-2017, que tiene como objetivo; promover productos turísticos especializados, con énfasis en el ecoturismo, turismo rural, turismo de aventura y el turismo cultural, es importante destacar que el proyecto no se encuentra dentro de ningún área natural protegida por lo que no se vincula con algún plan de manejo de dichas áreas, además que se trata de un proyecto temporal, por lo que también los impactos se generarán durante un corto periodo de tiempo. Finalmente, una vez realizado el análisis del presente capítulo, se concluye que no hay ordenamientos jurídicos que condicionen su ejecución.

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

IV.1 Delimitación del área de estudio.

El criterio que se utilizó para la delimitación del área de estudio o Sistema Ambiental es el de micro cuenca hidrográfica, realizando esta delimitación mediante el software Arc Map 10.1 y tomando como base la información digital de la carta topográfica E14B13 Chignahuapan. Considerando este caso se realizó la caracterización de la microcuenca.

El proyecto se ubicará ubicado en el vaso 2 de la laguna de Almoloya, Chignahuapan, Pue. Estará suspendido en el cuerpo de agua. El sistema ambiental se delimitó tomando como base el sistema hídrico del que forma parte. De esta forma tenemos que el sistema Ambiental estará definido a partir de la microcuenca que alimenta el cuerpo de agua donde se localiza el proyecto.

La microcuenca de alimentación a la laguna de Almoloya cuenta con una 815.02 ha y cuenta un perímetro de 11791 metros. Aunque el tamaño clasificar una cuenca en función de su tamaño es relativo debemos considerar que la cuenca de Almoloya forma parte de un sistema de aportación a cuencas mucho más grande y de mayor importancia por lo que considerando el hecho la podemos catalogar como una cuenca pequeña o una microcuenca. Desde el punto de vista del clima donde se encuentra ubicada es una cuenca templada ya que los tipos de clima en la región son de este tipo.

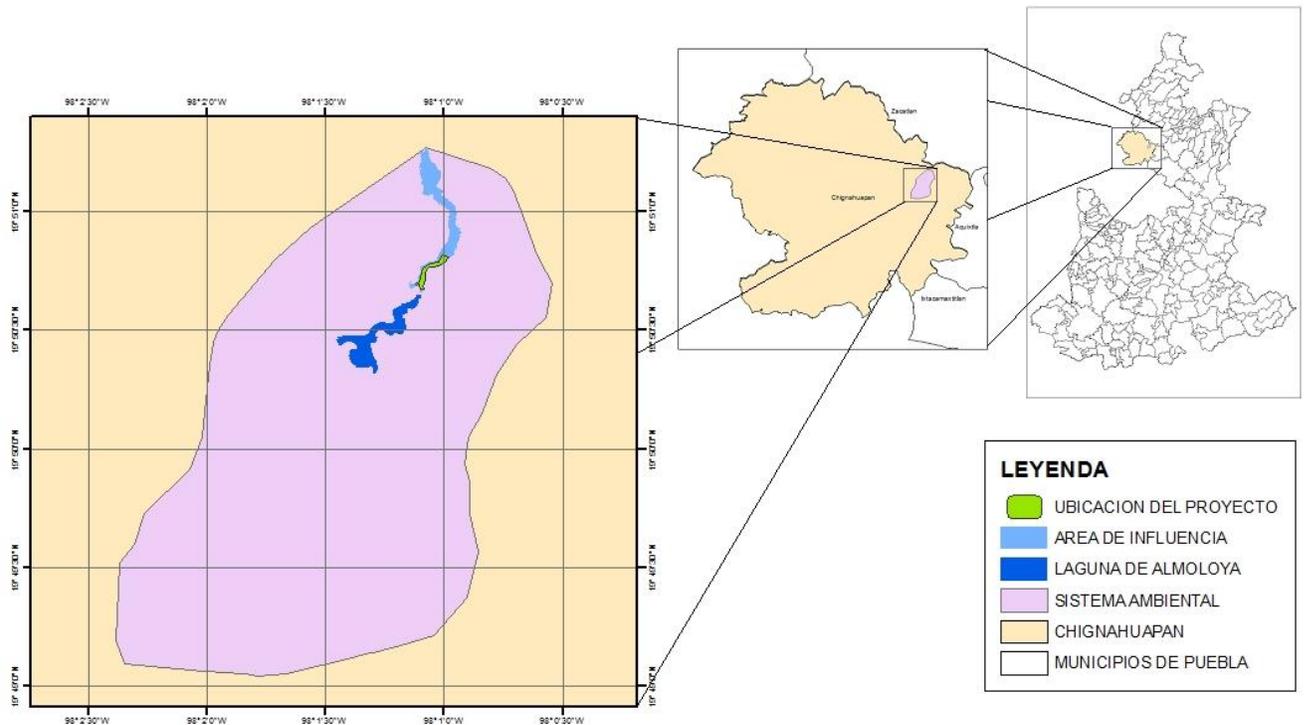
Si consideramos que en la cuenca se tiene la presencia de una de laguna o lago de origen artificial no resulta difícil deducir que fue creado con objetivos de utilización y de acuerdo con lo observado, la concesión de agua potable por parte del municipio de Chignahuapan, la presencia de actividades recreativas y la producción acuícola, agrícola y pecuaria que a la que se destina el agua, la cuenca puede catalogarse con vocación de usos múltiples.

Dado que la cuenca no presenta pendientes pronunciadas ni un relieve accidentado podemos catalogar a la cuenca como una cuenca plana o semiplana, de la excavación realizada sobre un valle inundable por aguas que nacen en el lugar. Desde el punto de vista de pendiente es una cuenca plana ya que no se observa pendientes pronunciadas. Por la dirección de la evacuación de las aguas, la cuenca de Almoloya es una cuenca exorreica ya que tiene un punto de salida, en este caso hace contacto con aguas provenientes de otros ríos.

Aun que se pueden identificar diferentes funciones en la cuenca de Almoloya, fácilmente se identifican el suministro de recursos para el desarrollo de actividades productivas como es la acuacultura y la recreación además de agricultura y ganadería.

Generalmente en las cuencas hidrográficas se pueden identificar claramente tres partes de la cuenca, alta, media y baja, las cuales son fáciles de identificar si además existe una variación en el clima dentro de la cuenca. La parte alta de la cuenca generalmente predomina la socavación. Es decir, hay aportación de material hacia las partes bajas de la cuenca. La parte media de una cuenca generalmente presenta un equilibrio entre el material sólido que llega por medio de la corriente y el material que sale de esta misma sección, y generalmente la erosión presente no es visible. En la parte baja de la cuenca hidrográfica se encuentra depositado el material extraído de las partes altas. Sin embargo y debido al tamaño y morfología de la cuenca de aportación a la laguna estas secciones no son identificables en la laguna de Almoloya.

De acuerdo con la carta topográfica E14b13 de INEGI y lo observado en campo, el escurrimiento en la cuenca de alimentación a la laguna de Almoloya no cuenta con corrientes permanentes siendo solamente temporales. La laguna es artificial y alimentada por nacimientos de agua que inundan un valle y después genera corriente permanente a diferencia con la mayoría de lagos o lagunas en las que existe se encuentra un río alimentador, en el caso de la laguna de Almoloya primero se encuentra la laguna y posteriormente se genera la corriente de río permanente.



Carta 18. Ubicación del sistema ambiental.

El concepto de la microcuenca aun que se encuentra delimitado por un espacio físico topográfico también debemos considerarlo como un ámbito de organización social, económica y operativa, además de la perspectiva territorial e hidrológica tradicionalmente considerada. Asimismo, es en la microcuenca donde ocurren interacciones indivisibles entre los aspectos económicos (bienes y servicios producidos en su área), sociales (patrones de comportamiento de los usuarios directos e indirectos de los recursos de la cuenca) y ambientales (relacionados al comportamiento o reacción de los recursos naturales frente a los dos aspectos anteriores).

La cuenca hidrográfica es una unidad morfográfica superficial, delimitada por divisorias (parteaguas) desde las cuales escurren aguas superficiales. Al interior, las cuencas se pueden delimitar o subdividir en sub-cuencas o micro cuencas, asimismo se pueden diferenciar zonas caracterizadas por una función primordial (cabecera-captación y (transporte-emisión) o por su nivel altitudinal (cuenca alta, media y baja). La delimitación de

cuencas implica una demarcación de áreas de drenaje superficial donde las precipitaciones (principalmente las pluviales) que caen sobre éstas tienden a ser drenadas hacia un mismo punto de salida. De acuerdo con Norberto Alatorre Monroy, del Centro de Estudios en Geografía Humana:

Por lo que se debe entender inequívocamente que la microcuenca es el espacio donde ocurren las interacciones más fuertes entre el uso y manejo de los recursos naturales (acción antrópica) y el comportamiento de estos mismos recursos (acción del ambiente). Dada la naturaleza del proyecto ningún otro ámbito de trabajo que pudiera ser considerado guarda esta relación de forma tan estrecha y evidente. Esta reflexión se da a partir de que basta una acción ligada al uso, manejo y degradación de tierras (vulnerabilidad) de una cierta envergadura, para que se suscite un impacto medible (riesgo) a corto o mediano plazo, sobre el suelo; el balance de biomasa y la cobertura vegetal; la cantidad y calidad del agua; la fauna, entre otras variables.

Las microcuencas pueden ser de tres tipos:

- Exorreicas, descargan su escorrentía superficial hacia el exterior de ella.
- Endorreicas, drenan hacia un cuerpo de agua interior.
- Arreicas, presentan un drenaje superficial que se infiltra antes de encontrar un cuerpo colector.

Por último, es importante destacar que los criterios y lineamientos técnicos para su determinación son:

- Parteaguas. - Es una línea imaginaria que une los puntos de máximo valor de altura relativa entre dos laderas adyacentes, pero de exposición opuesta; desde la parte más alta de la cuenca hasta su punto de emisión, en la zona hipsométricamente más baja.
- Corrientes tributarias. - Corrientes de agua generalmente de tipo intermitente, que alimenta a la vertiente principal.
- Vertiente principal. - Corriente de agua de tipo perenne.

La microcuenca de alimentación de la laguna de Almoloya se encuentra ubicada en el municipio de Chignahuapan teniendo como referencia principal a la cabecera municipal, se encuentra delimitada por las coordenadas se encuentra ubicada el polígono con los puntos extremos de coordenadas UTM 600580,2195671 y 603765,2191564. Se encuentra en la región hidrológica RH27 Tuxpan-Nautla, en la subcuenca de Laxaxalpan. Esta subcuenta presenta una elevación mínima de 100 m y máxima de 3480 y drena en el Río Tecolutla.

La microcuenca de alimentación a la laguna de Almoloya cuenta con una 815.02 ha y cuenta un perímetro de 11791 metros. Aunque el tamaño clasificar una cuenca en función de su tamaño es relativo debemos considerar que la cuenca de Almoloya forma parte de un sistema de aportación a cuencas mucho más grande y de mayor importancia por lo que considerando, el hecho la podemos catalogar como una cuenca pequeña o una microcuenca. Desde el punto de vista del clima donde se encuentra ubicada es una cuenca templada ya que los tipos de clima en la región son de este tipo.

Si consideramos que en la cuenca se tiene la presencia de una de laguna o lago de origen artificial no resulta difícil deducir que fue creado con objetivos de utilización y de acuerdo con lo observado, la concesión de agua potable por parte del municipio de Chignahuapan, la presencia de actividades recreativas y la producción acuícola, agrícola y pecuaria que a la que se destina el agua, la cuenca puede catalogarse con vocación de usos múltiples.

Dado que la cuenca no presenta pendientes pronunciadas ni un relieve accidentado podemos catalogar a la cuenca como una cuenca plana o semiplana, de la excavación realizada sobre un valle inundable por aguas que nacen en el lugar. Desde el punto de vista de pendiente es una cuenca plana ya que no se observa pendientes pronunciadas. Por la dirección de la evacuación de las aguas, la cuenca de Almoloya es una cuenca exorreica ya que tiene un punto de salida, en este caso hace contacto con aguas provenientes de otros ríos.

Aun que se pueden identificar diferentes funciones en la cuenca de Almoloya, fácilmente se identifican el suministro de recursos para el desarrollo de actividades productivas como es la acuacultura y la recreación además de agricultura y ganadería.

Generalmente en las cuencas hidrográficas se pueden identificar claramente tres partes de la cuenca, alta, media y baja, las cuales son fáciles de identificar si además existe una variación en el clima dentro de la cuenca. La parte alta de la cuenca generalmente predomina la socavación. Es decir, hay aportación de material hacia las partes bajas de la cuenca. La parte media de una cuenca generalmente presenta un equilibrio entre el material sólido que llega por medio de la corriente y el material que sale de esta misma sección, y generalmente la erosión presente no es visible. En la parte baja de la cuenca hidrográfica se encuentra depositado el material extraído de las partes altas. Sin embargo y debido al tamaño y morfología de la cuenca de aportación a la laguna estas secciones no son identificables en la laguna de Almoloya.

De acuerdo con la carta topográfica E14b13 de INEGI y lo observado en campo el escurrimiento en la cuenca de la alimentación a la laguna de Almoloya tiene corrientes temporales solamente ya que no cuenta con corriente permanentes. La laguna es artificial y alimentada por nacimientos de agua que inundan un valle y después genera corriente permanente a diferencia con la mayoría de lagos o lagunas en las que existe se encuentra un río alimentador, en el caso de la laguna de Almoloya primero se encuentra la laguna y posteriormente se genera la corriente de río permanente.

IV.2 Delimitación del Área de Influencia

Es importante definir el concepto de área de influencia, ya que este no está establecido en la Legislación ambiental vigente ni en las guías ecológicas emitidas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por lo que para su comprensión en este estudio se estableció que el área de influencia se define en correspondencia con los impactos del proyecto y al alcance espacial de los mismos sobre los componentes socioambientales.

Para efecto de la delimitación de área se consideraron dos aspectos importantes, el primero nace de las actividades que se desarrollarán en el área del proyecto y la distancia a la cual se manifestarán sus impactos; y el segundo está en función de la cantidad y el estado de conservación de los recursos naturales que se verán afectados por la realización de estas actividades. Para este proyecto se define el área de influencia respecto al comportamiento del sistema hidrológico, es decir la micro cuenca sin embargo se consideraron los siguientes factores adicionales.

Edafológicos.

El área de influencia suele ser localizada y restringida a la huella del proyecto y su entorno inmediato, por lo que se consideró solamente la superficie del proyecto y 50 metros aguas abajo.

Calidad del aire.

El área de influencia de las emisiones al aire se verá influido por los vientos predominantes, los patrones climáticos, el terreno, y la naturaleza del contaminante que se trate. Los contaminantes que se generarán derivados de las actividades del proyecto son primordialmente material particulado en la etapa de operación en el proceso de alimentación.

Por lo tanto, dadas las condiciones climáticas, vientos dominantes, topografía, vegetación, así como las características de los contaminantes, se puede establecer que el área de influencia para este factor será la superficie del proyecto, ya que el material particulado en combinación de la alta humedad relativa y la vegetación presente no se transporta a grandes distancias.

Factores Bióticos.

Para este factor, el área de influencia es determinada por la ubicación del proyecto, respecto al tipo y conservación del ecosistema en que se encuentra presente; es decir, si la

vegetación de la zona del proyecto se encuentra fragmentada, el área de influencia será únicamente la huella del proyecto y hasta 100 metros aguas debajo del proyecto.

Factores Socioeconómicos.

Este factor dependerá de las condiciones económicas de la región, del grado de instrucción de la población, del número de habitantes colindantes a la zona del proyecto, y por otro lado de las necesidades del proyecto en cuanto al número de trabajadores y la capacidad de estos de integrarse a las actividades de las diferentes etapas del proyecto.

IV 2.1 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental.

IV.2.1.1 Aspectos abióticos.

IV.2.1.1.1 Clima.

Los climas que predominan en el área donde se ubica el proyecto pertenecen al grupo "C" que se caracterizan por ser templados subhúmedos, la temperatura media anual en estas zonas varía entre 12 y 18 °C, la precipitación total anual entre 700 y 1500 mm y el porcentaje de lluvia invernal es menor a 5 mm, esto según la clasificación climática de Vladimir Köppen en la que se toma en cuenta las variaciones de temperatura y humedad así como las medias de los meses más cálidos o fríos haciendo hincapié en las consecuencias bioclimáticas.

Uno de los climas predominantes es el *C(m)(f) Templado húmedo con lluvias abundantes todo el año*, con temperatura media anual entre 12 °C y 18 °C, la temperatura del mes más frío se encuentra entre -3 °C y 18 °C y la temperatura del mes más caliente bajo 22 °C. La precipitación en el mes más seco es menor de 40 mm, con lluvias de verano.

El segundo clima de importancia es el clasificado como *C(f), Templado húmedo con lluvias todo el año* que se caracteriza porque la temperatura media del mes más frío es menor de 18 °C y superior a -3 °C y la del mes más cálido es superior a 10 °C. Las precipitaciones exceden a la evaporación y son constantes a lo largo del año, por lo que no podemos hablar

de un periodo seco. Este es un clima donde se dan los bosques mesotérmicos. Estos climas son los que cubren mayor extensión en el estado de Puebla, aproximadamente el 40.24 %. Se caracterizan por presentar temperaturas medias anuales que van de 12° a 18° C y la temperatura media del mes más frío varía entre -3° y 18° C. Se distribuyen en cuatro zonas separadas entre sí debido a la configuración del estado: la primera y más extensa ocupa la porción central, la segunda corresponde a la zona norte, la tercera se localiza en el oriente y la última está situada en el sureste.

El tercer tipo de clima clasificado que encontramos es *C(w1) Templado subhúmedo con lluvias en verano de humedad media*, con temperatura media anual entre 12 °C y 18 °C, y temperatura del mes más frío entre -3 °C y 18 °C. La temperatura del mes más caliente es por debajo de 22 °C. La precipitación del mes más seco es menor de 40 mm, con lluvias de verano con índice P/T mayor de 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2 % del total anual.

Los terrenos bajo la influencia de este clima están ubicados: hacia el norte, donde comprenden parte de los municipios de Chignahuapan, Aquixtla, Tétela de Ocampo, Ixtacamaxtitlán, Zautla, Cuyoaco, Libres, Tlatlauquitepec, Chignautla y Xiutetelco.

Por último, se presenta el *C(w2), Templado subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad*, con temperatura media anual entre 12 °C y 18 °C, y temperatura del mes más frío entre -3 °C y 18 °C. La temperatura del mes más caliente es por debajo de 22 °C. La precipitación del mes más seco es menor de 40 mm, con lluvias de verano con índice P/T mayor de 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2 % del total anual.

Otras áreas con el mismo clima, pero con porcentaje de precipitación invernal entre 5 y 10.2, se localizan a lo largo de una franja continua orientada de noroeste a este-sureste, que va de la porción norte del municipio de Chignahuapan al centro-sur del municipio de Xiutetelco; y en unidades aisladas al sur de Chignahuapan y al occidente de Ocoatepec. Dentro del municipio se identifica en las estribaciones bajas del peñón del Rosario y de los cerros, así

como el extremo norte. Es el clima predominante del Climatología del Sistemas Ambiental el proyecto se encuentra inmerso en un clima clasificado como *C(w1)*, *Templado subhúmedo con lluvias en verano de humedad media*.

IV.2.1.1.2 Geología.

En la Provincia Eje Neovolcánico abundan las rocas ígneas compuestas por lavas, tobas, brechas y cenizas volcánicas, producto de erupciones acontecidas sobre todo durante el Cenozoico (Cuaternario y Terciario); en este caso las más antiguas tienen hasta 65 millones de años, cubriendo el 32.14 % del área estatal. El Sistema Ambiental donde se encuentra el proyecto presenta diversas unidades cronoestratigráficas y son las siguientes:

Js (cz-lu) Unidad de caliza-lutita del Período Jurásico Superior

El Jurásico Superior está representado por las siguientes unidades: Caliza Chimeco y formación Mapache, que se encuentran en el área de Petlalcingo, formación Tepexilotla en la sierra Mazateca y las secuencias que se correlacionan con las formaciones Tamán y Pimienta en el norte de Puebla todas ellas incluidas en la unidad Js(cz-lu). En la primera localidad, la Caliza Chimeco es la más antigua (Oxfordiano), y consta de una secuencia de caliza arcillosa, con esporádicas intercalaciones de lutita y con abundantes fósiles de pelecípodos y amonitas gigantes muy fragmentadas. Suprayace a las rocas del Jurásico Medio en aparente contacto transicional. La formación Mapache, del Kimmeridgiano-Portlandiano, está integrada por una secuencia de caliza arcillosa, en estratos gruesos y medianos, interestratificados con limolita y lutita, que forman capas gruesas, a delgadas. Este afloramiento contiene abundantes pelecípodos que indican un ambiente de depósito de zona infralitoral. Subyace en discordancia erosional a las rocas calcáreas del Cretácico Inferior.

En la sierra Mazateca, la unidad Js(cz-lu), corresponde a la facies calcáreo-arcillosa de la formación Tepexilotla, formada por una intercalación de estratos de calizas de 10 a 30 cm

de espesor, y de lutitas de 5 a 30 cm. La unidad presenta un aspecto pizarroso que acusa un ligero metamorfismo; sobreyace tectónicamente a las unidades del Cretácico Inferior.

La última unidad es una potente secuencia marina de caliza, marga, lutita y arenisca, en estratos de 10 a 40 cm de espesor. Las rocas se originaron a partir de sedimentos depositados en un ambiente marino de facies de borde de plataforma. La caliza es microcristalina, con bandas delgadas de pedernal negro; contiene fósiles de radiolarios, fragmentos de ostrácodos y pelecípodos. La lutita es calcárea, con alto contenido de materia orgánica y con impresiones de pelecípodos y amonitas mal conservados. La arenisca es arcillosa, con fragmentos de cuarzo, feldespato y líticos cementados por carbonatos. Se encuentra cubriendo, en forma discordante a la secuencia rocosa del Jurásico Medio y subyace en concordancia a las calizas del Cretácico Inferior.

Ts (igea) Unidad de rocas ígneas extrusivas tipo ácido, provenientes de la Período Terciario Superior.

Ts (igeb) Unidad de rocas ígneas extrusivas básicas del Período Terciario Superior.

En la zona del Eje Neovolcánico perteneciente a la entidad, son comunes los basaltos, brechas y depósitos piroclásticos de composición básica del Terciario Superior, cartografiados como Ts(igeb). Al norte del estado, afloran en varias zonas, basaltos masivos, columnares, con abundantes vesículas y amígdalas de calcita. Su fracturamiento es escaso a moderado y llegan a presentar intemperismo esferoidal. Conforman mesas y cuellos volcánicos; cubren discordantemente a las rocas marinas arcilloarenosas del Terciario Inferior. Al sur de la entidad, existen también afloramientos de basalto del Terciario Superior. Se presentan de color gris oscuro, vesiculares, en derrames de superficies acordonadas y en bloques. Sobre estos basaltos, se encuentra una intercalación de brecha volcánica y coladas basálticas de color verdoso y ocre, que es correlacionable con el miembro intermedio de la formación Huajuapan. Estas rocas sobreyacen discordantemente

a rocas sedimentarias del Terciario Inferior, Mesozoico y Paleozoico, así como a las rocas metamórficas del Complejo Acatlán.

Ts (igei): Unidad de rocas ígneas extrusivas intermedias del Período Terciario Superior.

Rocas ígneas extrusivas.

Las rocas ígneas extrusivas, también son denominadas volcánicas y tienen su origen cuando el magma fluye a la superficie terrestre, ya sea en una erupción o como fluido en forma de lava, y se enfría, formando así las rocas.

Cabe mencionar que la lava puede provenir de diferentes niveles del manto superior de la tierra, entre 50 y 150 km por debajo de la superficie. Si la lava se enfría rápidamente, aproximadamente en menos de un día o dos, los elementos que unen a los minerales no disponen de mucho tiempo para acomodarse.

Es por eso que los elementos se quedan "congelados" dentro de un cristal volcánico. Por el contrario, si la lava se enfría lentamente, los minerales disponen de suficiente tiempo para formarse, aunque no para crecer y formar grandes pedazos de cristal. El basalto es el tipo de roca volcánica más común sobre la superficie terrestre. (Gardiner, 2003)

La unidad Ts(Igei), constituye la base del paquete de rocas volcánicas de la región de la Faja Volcánica Mexicana o Eje Neovolcánico. Esta unidad pertenece al Terciario Superior y aflora ampliamente en toda la parte centro y centro norte del estado. Conforman la mayor parte de las grandes estructuras volcánicas, como el Pico de Orizaba, La Malinche, El Popocatepetl e Iztaccíhuatl.

Incluye a varias unidades de composición andesítica de diversa textura, como brechas volcánicas, tobas y derrames, que sobreyacen discordantemente a rocas sedimentarias del Mesozoico. A su vez, se encuentran cubiertas por tobas ácidas, y ceniza volcánica del Terciario Superior y Cuaternario.

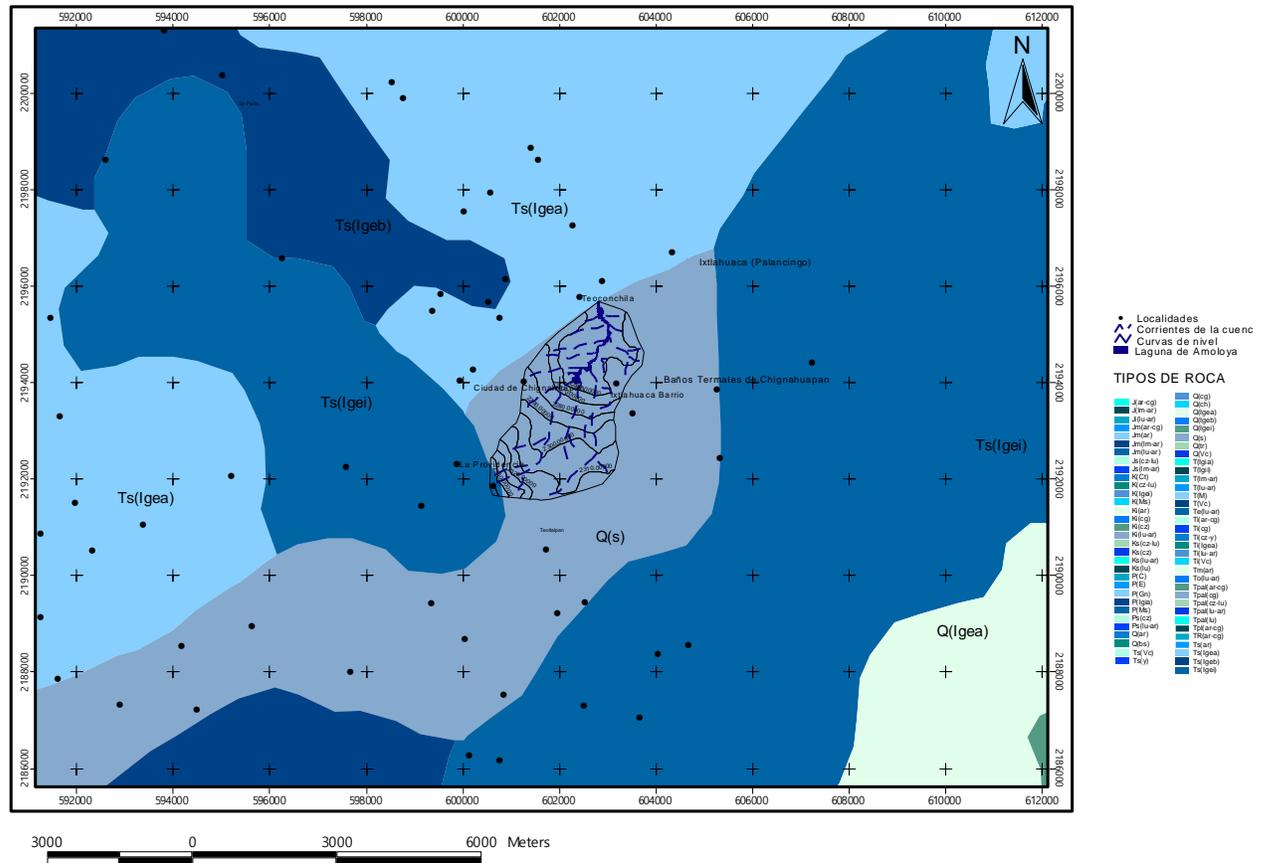
En la parte sur y suroeste del estado, la unidad está representada por derrames tipo "AA" de andesita porfídica amigdaloides, que presentan intemperismo, esferoidal; y por cuerpos de toba vitrocrystalina de composición andesítica, con pseudoestratificación. Descansa sobre sedimentos continentales del Terciario Inferior y sobre rocas metamórficas, del Paleozoico y está cubierta por basaltos y brechas volcánicas básicas

Q(s) Unidad de suelo aluvial proveniente de la era del cenozoico del sistema cuaternario

Suelo aluvial.

Los suelos aluviales se componen de depósitos transportados por el agua en movimiento y colocados cuando la velocidad del agua ha disminuido. Dichos materiales suelen ser de origen fluvial o lacustre y pueden contener partículas finas, gruesas o entremezcladas. Estos depósitos generalmente son estratificados y la permeabilidad en la dirección horizontal es mayor que en la dirección vertical. Los suelos aluviales compuestos por arcilla tienden a ser blandos y los de arena tienden a ser sueltos. Debido a su poca cementación, los materiales aluviales son propensos a erosión y deslizamientos. En ocasiones, los suelos aluviales presentan una matriz compuesta de arcilla que cementa los granos de arena y grava. (Moreno, 2010)

La cuenca del área del proyecto se encuentra dentro de la unidad de suelo aluvial clave **Q(s)**, dicha unidad cronoestratigráfica ya fue descrita anteriormente y puede observarse la distribución de todas las unidades existentes en la siguiente figura.



IV.2.1.1.3 Edafología.

Los suelos se originan a la acción combinada de diversos factores como lo son el clima, la vegetación y fauna, el relieve, la estructura geológica, el tiempo y por último el factor hidrológico. De tal manera que a través de los procesos erosivos y la materia orgánica formada al pasar del tiempo han favorecido un mosaico edáfico variado con una diversidad de unidades de suelo

La edafología es la rama de la ciencia que se especializa en el estudio del suelo y sus características, entendiendo que éste medio es sumamente importante para el desarrollo de la relación entre la fauna y flora. A continuación, se describen las características de los diferentes tipos de suelo existentes en la zona de estudio.

Los tipos de suelo de la cuenca de Almoloya son Feozem aplico cubriendo una superficie de 607 ha y Luvisol ortico ocupando una superficie de 207 ha. De esta forma tenemos que en el 74% de la superficie de la cuenca se presenta el Feozem el cual es característico de la zona conocida como Eje neovolcánico. A continuación, se hace una descripción de los suelos presentes en la cuenca de la laguna y en la zona aledaña a ella.

Andosoles (T).

Los andosoles son suelos formados a partir de cenizas volcánicas que se distribuyen en extensas zonas donde ha habido una actividad volcánica reciente, como lo es el Eje Neovolcánico, especialmente hacia los grandes volcanes que colindan la entidad tales como el Popocatepetl, Iztaccíhuatl, Citlaltépetl y La Malinche; también en algunas partes de la Sierra Madre del Sur que han sido cubiertas por cenizas volcánicas como en las cercanías de Cuetzalan del Progreso y Rafael J. García. En conjunto ocupan 10.96 % del área total estatal. Como son suelos derivados de cenizas volcánicas, son muy ligeros y de alta capacidad de retención de agua y nutrientes.

La clase textural de estos suelos varía de gruesa a media, sobresaliendo las texturas de arena, arena migajosa, migajón arenoso, migajón arcillo-arenoso, migajón, migajón limoso y migajón arcilloso. Su consistencia es untuosa (embarrosa), su permeabilidad va de muy rápida a moderada y su drenaje varía de bien a excesivamente drenado.

Presentan una estructura de bloques subangulares de tamaño medio, grueso o muy grueso y desarrollo débil a moderado; ésta no es masiva ni dura cuando seco.

Tienen contenidos de materia orgánica pobres a extremadamente ricos (1.2-19.0 %), una capacidad de intercambio catiónico total de alta a muy alta (31.0-60.0 meq/100 g); pero la saturación de las partículas del suelo es baja, por lo general menor de 50 %, con cantidades bajas a muy altas de potasio (0.1-1.5 meq/100 g) y bajas a moderadas de calcio y magnesio, por lo que varían de fuertemente ácidos a ligeramente ácidos (pH entre 5.0 y 6.2).

La utilización de estos suelos se ve limitada por diversas fases de tipo físico, siendo las más frecuentes lítica profunda, pedregosa y lítica. Desde el punto de vista químico, un problema que presentan estos suelos es la retención o fijación de fósforo, lo que dificulta la absorción de este elemento por las plantas y por consecuencia problemas en el desarrollo de éstas. Sin embargo, en algunas partes son utilizados para establecer agricultura de temporal y en muchos lugares se sustentan bosques de pino y de pino-encino. Enmiendas comunes en estos suelos son la aplicación de cal para corregir la acidez y de fertilizantes fosfatados para contrarrestar la deficiencia de fósforo.

Las características físicas de estos suelos hacen que sean muy susceptibles a la erosión, por lo cual en algunas zonas presentan ya este problema. Los andosoles ócricos presentan una capa superficial clara y pobre en materia orgánica. Tienen una textura migajosa-limosa a más fina en alguna parte dentro de los 50 cm de profundidad. (CP-IDEA, 2001).

Cambisoles (B).

En general los Cambisoles tienen unidades pedológicas bastante uniformes, de color pardo, con espesor total de 1.5 m., estos suelos son de textura media, con el contenido máximo de arcilla en el horizonte superior, que disminuye en cantidad con la profundidad o puede ser bastante uniforme en la unidad pedológica. El valor del pH en el horizonte superior varía de 5.0 a 6.5 y aumenta con la profundidad hasta acercarse a la neutralidad en el material subyacente. El contenido de materia orgánica del horizonte superior varía de alrededor de del 3 al 15 %, con una razón C/N de 8 a 12 y es indicativo de un alto grado de humificación. La capacidad de intercambio catiónico es de alrededor de 15 a 30 me /100, disminuyendo esta con la profundidad a medida que disminuye el contenido de arcilla y de materia orgánica. El porcentaje de saturación de bases es muy variable, estando determinado por muchos factores, pero en especial por el clima

Los materiales maternos usuales en estos suelos son depósitos no consolidados de textura limosa y migajonosa. En la mayoría de los casos la composición de los materiales es intermedia, pero a menudo es básica, ultrabásica o calcárea. Los Cambisoles se desarrollan

en sitios de topografía plana o fuertemente inclinada, alcanzando su mejor desarrollo en sitios planos estables o de pendiente suave. Los Cambisoles son muy apreciados debido a que tienen una fertilidad inherente bastante elevada, pueden adaptarse a varios sistemas de uso de la tierra.

Feozem (H).

Los feozems obtienen su nombre del griego phaios, oscuro y del ruso zemlja, suelo. Son muy fértiles y aptos para el cultivo, aunque sumamente proclives a la erosión. Con frecuencia son suelos profundos y ricos en materia orgánica. Se desarrollan sobre todo en climas templados y húmedos, por lo que se encuentran recubriendo el Eje Neovolcánico Transversal y porciones de la Sierra Madre Occidental. (Dirección General de Estadística e Información Ambiental, 2005) Presentan una capa superficial oscura, rica en materia orgánica y nutriente o bases como el calcio (Ca), el magnesio (Mg), el potasio (K) y el sodio (Na). Son suelos en los que se observa igual o mayor fertilidad que en los vertisoles. Tienen una textura media y por lo tanto buen drenaje y ventilación.

En general son suelos poco profundos y debido a que la mayoría de las veces son pedregosos e inestables, el uso de la agricultura permanente en ellos se encuentra restringido, aunque se puede utilizar el cultivo de pastos. Es recomendable que se mantengan con vegetación permanentemente de modo que se evite la erosión. (Centro de Investigación en Geografía y Geomática Ing."Jorge L. Tamayo" (Centro Geo) SEP-CONACyT, 1999).

Son suelos abundantes en México, y los usos son variados, en función del clima, relieve y algunas condiciones del suelo. En la superficie puede haber una capa delgada y suelta de hojarasca que descansa sobre un suelo mineral, o bien una maraña delgada de raíces. El horizonte mineral superior es un horizonte A mólico, de color gris muy oscuro, pudiendo tener hasta 50 cm. de espesor. La cantidad máxima de arcilla ocurre en el horizonte medio en donde son comunes los valores del 30 % al 40 %. Los valores del pH muestran un patrón fluctuante que puede deberse en parte al cultivo, a diferencias en la composición del material

materno o a procesos pedogénicos. En la superficie los valores del pH pueden ser mayores a 7, pero disminuyen a valores de alrededor de 5 a 7 en el horizonte medio, coincidiendo con el máximo de arcilla. La materia orgánica disminuye en forma constante de alrededor de 5 % en el horizonte superior y de 1 % y 2 % en la parte baja del horizonte medio, el cual puede contener el 3 % de materia orgánica en su parte superior. La relación C/N es de 10 a 12 en el horizonte superior e indica que la materia orgánica está bien humificada. La capacidad de intercambio catiónico es variable. Normalmente, la saturación de bases es elevada, pasando en la mayoría de las situaciones del 80 % y siendo el calcio el ion intercambiable dominante. En algunos suelos el porcentaje de menor saturación de bases ocurre en la parte media del suelo y tiende a coincidir con el valor mínimo del pH. (Universidad Autónoma de Chapingo)

Los Feozem calcáricos tienen como característica adicional el enriquecimiento secundario de carbonatos (cal), con una proporción menor al 15 % al menos en alguna parte de los primeros 50 cm de profundidad. (CP-IDEA, 2001) Tienen un horizonte superficial y oscuro que es rico en materia orgánica y nutrientes, por lo que se considera muy fértil. (UNAM, 2006)

Luvisoles (L).

En la superficie de estos suelos puede haber una capa de hojarasca suelta que descansa directamente sobre el suelo mineral o puede haber una maraña delgada de restos de plantas humificadas. Estos suelos se desarrollan en material de textura media; los valores del pH presentan un patrón interesante, teniendo a variar de alrededor de 5.5 a 6.5 en el horizonte superior, disminuyendo alrededor de 4.5 a 5.0 en donde la arcilla llega al máximo. Luego hay un incremento constante en el material relativamente inalterado, en donde el pH puede llegar a más de 7.5, si es calcáreo.

La cantidad máxima de materia orgánica ocurre en el horizonte material más superior, en donde varía de 5 a 10 % y tiene una razón C/N moderadamente elevada de 12 a 18 que refleja el estado de descomposición parcial de la materia orgánica incorporada. En el resto

del suelo el contenido de materia orgánica y la proporción de C/N son muy bajos debido al estado avanzado de descomposición de la materia orgánica. Normalmente, la capacidad de intercambio catiónico tiene dos máximos: uno de ellos está asociado con el contenido elevado de materia orgánica de la superficie y, el segundo se registra en el horizonte medio, donde también el contenido de arcilla llega a su máximo. En forma similar, los cationes intercambiables individuales dominados por el calcio a menudo tienen dos máximos, que corresponden con aquellos de la CIC,

Los materiales maternos usuales son depósitos no consolidados de textura media a fina; estos depósitos por lo general son calcáreos, pero pueden ser ácidos o intermedios. Los suelos de este tipo en ocasiones se encuentran en pendientes moderadas a fuertes, pero con mayor frecuencia se presentan en sitios planos o de pendiente suave.

El potencial agrícola de estos suelos varía de moderado a bueno; a menudo se les utiliza para varios cultivos, pudiendo sembrar trigo, maíz y avena. Estos suelos están expuestos comúnmente a la erosión y durante todo el tiempo se deben aplicar métodos rigurosos de control

Vertisoles (V).

Se caracterizan por las grietas anchas y profundas que presentan en época de sequía, son suelos arcillosos de color café rojizo en el Norte del país y pegajosos cuando están húmedos, y muy duros cuando están secos. Tienen textura uniforme fina o muy fina y un contenido bajo de materia orgánica, pero tal vez su propiedad más importante es la dominación de arcilla, por lo general motmorillonita, que ocasiona que estos suelos al secarse se encojan y se agrieten.

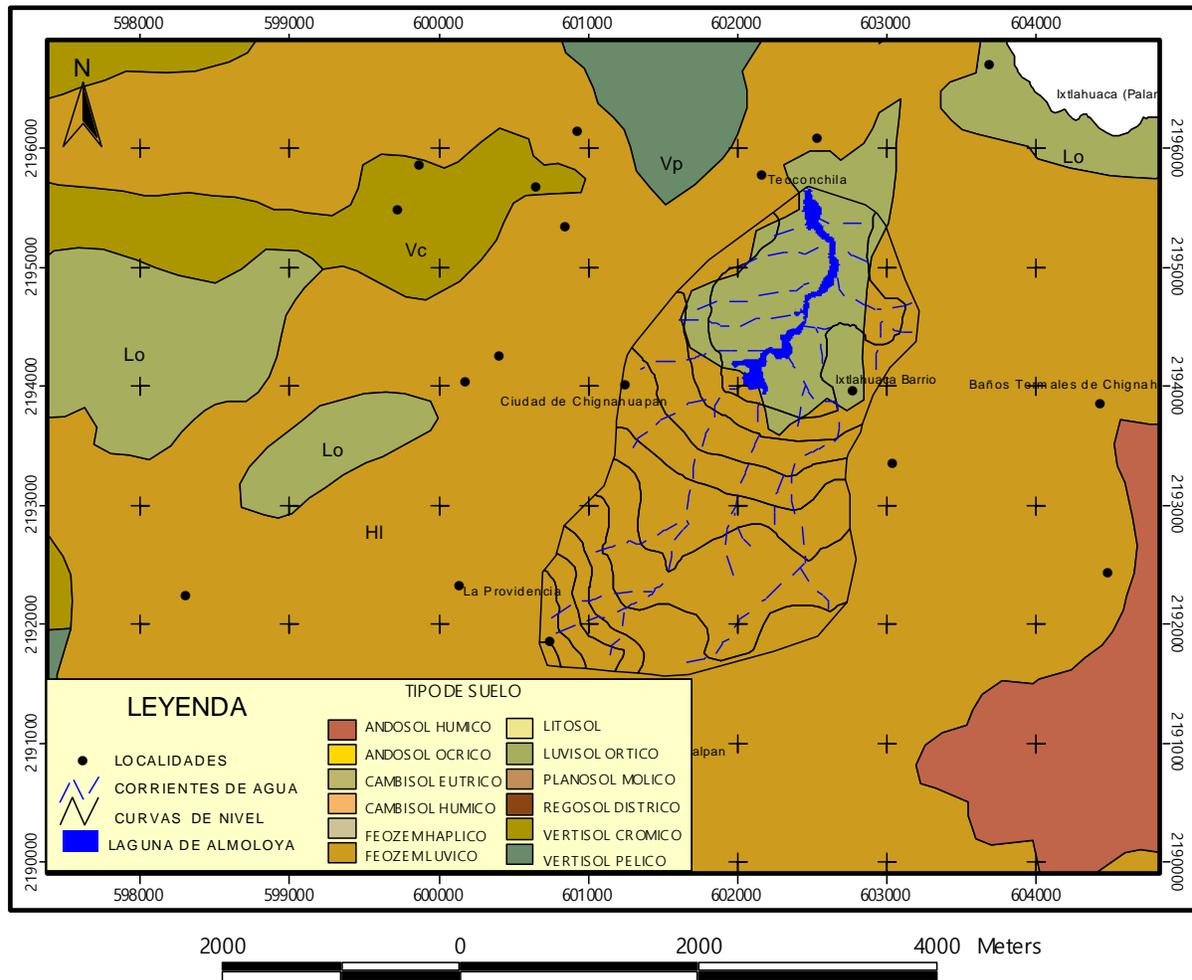
Por lo general, en estos suelos el contenido de arcilla es uniforme en toda la unidad pedológica, siendo >35 %, pero en algunos casos pasa del 80 %. Estos suelos tienen una densidad de 1.8 a 2.0 en el horizonte medio, por lo tanto, son más densos que la mayoría de los suelos. El contenido de materia orgánica puede ser de hasta un 5 % en la superficie,

pero, por lo general, no es mayor de 1 a 2 % con una relación de C/N que en ocasiones es amplia, pero que usualmente es de 10 a 14. La capacidad de intercambio catiónico es elevada y varía de 25 a 80 me/100, con alto grado de saturación de bases que rara vez es inferior a 50 %. El sodio intercambiable por lo común está en el rango del 5 al 10 %. En general la salinidad es baja y los valores de pH varían de 6.0 a 8.5. Sin embargo, los valores del pH aumentan a medida que el complejo de intercambio se vuelve más saturado de sodio.

Muchos vertisoles se han desarrollado en depósitos superficiales de textura fina a muy fina, los cuales son depósitos aluviales o lacustres; sin embargo, en algunos casos no se puede tener certeza respecto a su origen. Estos suelos se desarrollan principalmente en sitios planos o de pendientes suaves, por lo general en terrazas, planicies y fondo de los valles. La utilización de estos suelos depende en gran medida de la tecnología local, el nivel general de utilización es bastante primitivo, comúnmente con agricultura de subsistencia. Usualmente son deficientes en mucho de los macro y micro nutrientes para las plantas. Los Vertisoles son muy susceptibles a la erosión aun en pendientes de 5 %.

La zona del proyecto se encuentra en tipo de suelo **Lo** Luvisol Órtico como se aprecia en la cartografía siguiente.

El municipio de Chignahuapan comprende 566 km², en los cuales se encuentran 24 tipos de suelo con diferentes asociaciones, pero de éstos las unidades más representativas son: Andosol en un 37 %, Feozem con 29.4 %, Vertisol con 15.5 % y Luvisol con un 10 %, estas unidades representan el 92 % del área del municipio.

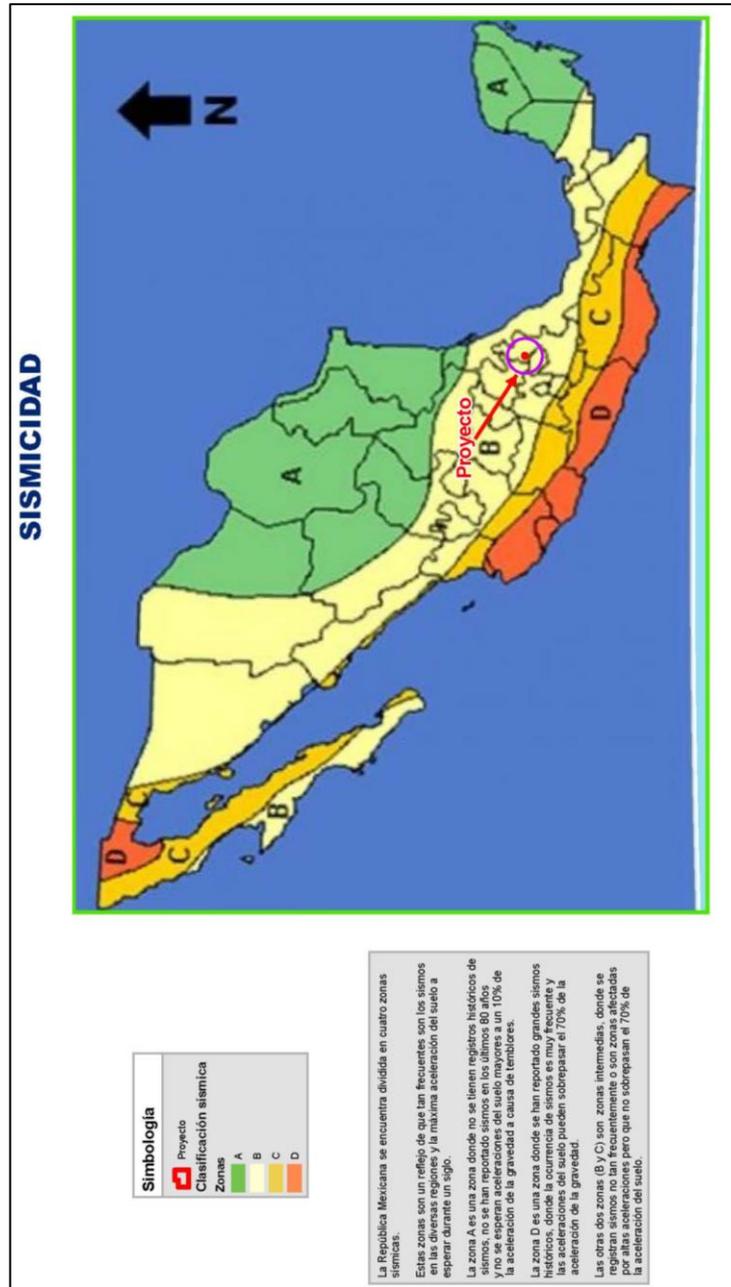


Carta 20. Edafología presente en la Cuenca de Almoloja.

IV.2.1.1.4 Sismicidad.

El servicio sismológico nacional ha dividido a la República Mexicana en cuatro zonas sísmicas. Esto se realizó con fines de diseño antisísmico. Para realizar esta división (Figura 1) se utilizaron los catálogos de sismos de la República Mexicana desde inicios de siglo. Estas zonas son un reflejo de que tan frecuentes son los sismos en las diversas regiones y la máxima aceleración del suelo a esperar durante un siglo. De acuerdo con esta clasificación, el proyecto 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. El sistema ambiental se

encuentra en una zona con susceptibilidad de la zona con sismicidad, deslizamiento, derrumbes, inundaciones, otros movimientos de tierra o roca y posible actividad volcánica.



Carta 21. Sismicidad.

IV.2.1.1.5 Hidrología superficial

La microcuenca de alimentación a la laguna de Almoloya cuenta con una 815.02 ha y cuenta un perímetro de 11791 metros. Aunque el tamaño clasificar una cuenca en función de su tamaño es relativo debemos considerar que la cuenca de Almoloya forma parte de un sistema de aportación a cuencas mucho más grande y de mayor importancia por lo que considerando el hecho la podemos catalogar como una cuenca pequeña o una microcuenca. Desde el punto de vista del clima donde se encuentra ubicada es una cuenca templada ya que los tipos de clima en la región son de este tipo.

Si consideramos que en la cuenca se tiene la presencia de una de laguna o lago de origen artificial no resulta difícil deducir que fue creado con objetivos de utilización y de acuerdo con lo observado, la concesión de agua potable por parte del municipio de Chignahuapan, la presencia de actividades recreativas y la producción acuícola, agrícola y pecuaria que a la que se destina el agua, la cuenca puede catalogarse con vocación de usos múltiples.

Aun que se pueden identificar diferentes funciones en la cuenca de Almoloya, fácilmente se identifican el suministro de recursos para el desarrollo de actividades productivas como es la acuicultura y la recreación además de agricultura y ganadería.

Generalmente en las cuencas hidrográficas se pueden identificar claramente tres partes de la cuenca, alta, media y baja, las cuales con fácil de identificar si además existe una variación en el clima dentro de la cuenca. La parte alta de la cuenca generalmente predomina la socavación. Es decir, hay aportación de material hacia las partes bajas de la cuenca. La parte media de una cuenca generalmente presenta un equilibrio entre el material sólido que llega por medio de la corriente y el material que sale de esta misma sección, y generalmente la erosión presente no es visible. En la parte baja de la cuenca hidrográfica se encuentra depositado el material extraído de las partes altas. Sin embargo y debido al tamaño y morfología de la cuenca de aportación a la laguna estas secciones no son identificables en la laguna de Almoloya.

Área de la cuenca.

El área de una cuenca en general se encuentra relacionada con los procesos que en ella ocurren. También se ha comprobado que la relación del área con la longitud de la misma es proporcional y también que esta inversamente relacionada a aspectos como la densidad de drenaje y el relieve relativo.

Es el tamaño de la superficie de la cuenca se obtiene una vez realizada su delimitación, mediante la utilización de Sistemas de Información Geográfica la superficie se obtiene directamente de programas como Autocad y/o Arc View la superficie de la cuenca se estima directamente. En el caso de la cuenca de Almoloya se realizó mediante el software Arc Gis 10.

Delimitación del parteaguas o perímetro de la Cuenca.

Es la longitud del límite exterior de la cuenca y depende de la superficie y la forma de la cuenca.

El perímetro de la cuenca al igual que la superficie fue determinado posterior a la delimitación de la cuenca y su longitud calculada mediante la utilización del programa Arc Gis 10.

La microcuenca de alimentación a la laguna de Almoloya cuenta con una superficie de 815.02 ha y cuenta un perímetro de 11791 metros.

Características morfométricas de la cuenca (forma de la cuenca).

Una cuenca hidrográfica o cuenca de drenaje de un río es el área limitada por un contorno al interior del cual las aguas de la lluvia que caen se dirigen hacia un mismo punto, denominado salida de cuenca. Es en suma, el área de captación de aguas de un río delimitado por el parteaguas.

La cuenca hidrográfica actúa como un colector natural, encargada de evacuar parte de las aguas de lluvia en forma de escurrimiento. En esta transformación de lluvias en escurrimiento se producen pérdidas, o mejor, desplazamiento de agua fuera de la cuenca debido a la evaporación y la percolación.

Para este tipo de estudios no solamente interesa el volumen total a la salida de la cuenca, sino también su distribución espacial y temporal, para lo cual se necesita tener un buen conocimiento de sus características.

El movimiento del agua en la naturaleza es una función compleja en la cual intervienen diversos factores, entre los cuales se pueden resaltar su clima y sus características fisiográficas.

Longitud del cauce principal.

Es la medida del escurrimiento principal de la cuenca, medido desde la parte más alta hasta la salida.

Este parámetro influye en el tiempo de concentración y en la mayoría de los índices morfométricos. Se obtiene a partir del mapa digitalizado de la red de drenaje.

Coefficiente de forma (Kf).

Este índice, propuesto por Gravelius, se estima a partir de la relación entre el ancho promedio del área de captación y la longitud de la cuenca, longitud que se mide desde la salida hasta el punto más alejado a ésta.

El factor de forma viene dado por:

$$Kf = A/L^2$$

Donde:

A: Área de captación

L: longitud de la cuenca

Este factor relaciona la forma de la cuenca con la de un cuadrado, correspondiendo un $K_f = 1$ para regiones con esta forma, que es imaginaria.

Un valor de K_f superior a la unidad nos proporciona el grado de achatamiento de la cuenca o el de un río principal corto. En consecuencia, con tendencia a concentrar el escurrimiento de una lluvia intensa formando fácilmente grandes crecidas.

Para el caso de la cuenca de Almoloya L es 4585 mientras que A es 8129248, tenemos de esta forma tenemos que el coeficiente de forma es 0.386.

Coeficiente de compacidad (Kc).

Designado por K_c e igualmente propuesto por Gravelius, compara la forma de la cuenca con la de una circunferencia, cuyo círculo inscrito tiene la misma área de la cuenca en estudio. K_c se define como la razón entre el perímetro de la cuenca que es la misma longitud del parteaguas que la encierra y el perímetro de la circunferencia.

La ecuación que nos permite el cálculo de este coeficiente corresponde a:

$$K_c = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Donde:

K_c : Coeficiente de compacidad

P: Perímetro de la cuenca (longitud de la línea de parteaguas)

A: Superficie de captación

Este valor adimensional, independiente del área estudiada tiene por definición un valor de 1 para cuencas imaginarias de forma exactamente circular. Los valores de K_c nunca serán inferiores a 1. El grado de aproximación de este índice a la unidad indicará la tendencia a

concentrar fuertes volúmenes de aguas de escurrimiento, siendo más acentuado cuanto más cercano sea a la unidad, lo cual quiere decir que entre más bajo sea K_c , mayor será la concentración de agua.

De esta forma tenemos un coeficiente de 1.15 para el caso de la cuenca de Almoloya existen tres clases de cuenca a partir del valor del coeficiente de compacidad.

Tabla 17. Coeficientes de compacidad.

Rangos de K_c	Clase de compacidad
<1.25	Redonda a oval redonda
1.25-1.50	De oval redonda a oval oblonga
1.50-1.75	De oval oblonga a rectangular oblonga

Índice de alargamiento (I_a).

Este índice propuesto por Horton relaciona la longitud máxima encontrada en la cuenca, medida en el sentido del río principal y el ancho máximo de ella medido perpendicularmente; se lo calcula de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$I_a = + \frac{L_m}{l}$$

Donde:

I_a : índice de alargamiento

L_m : Longitud máxima de la cuenca

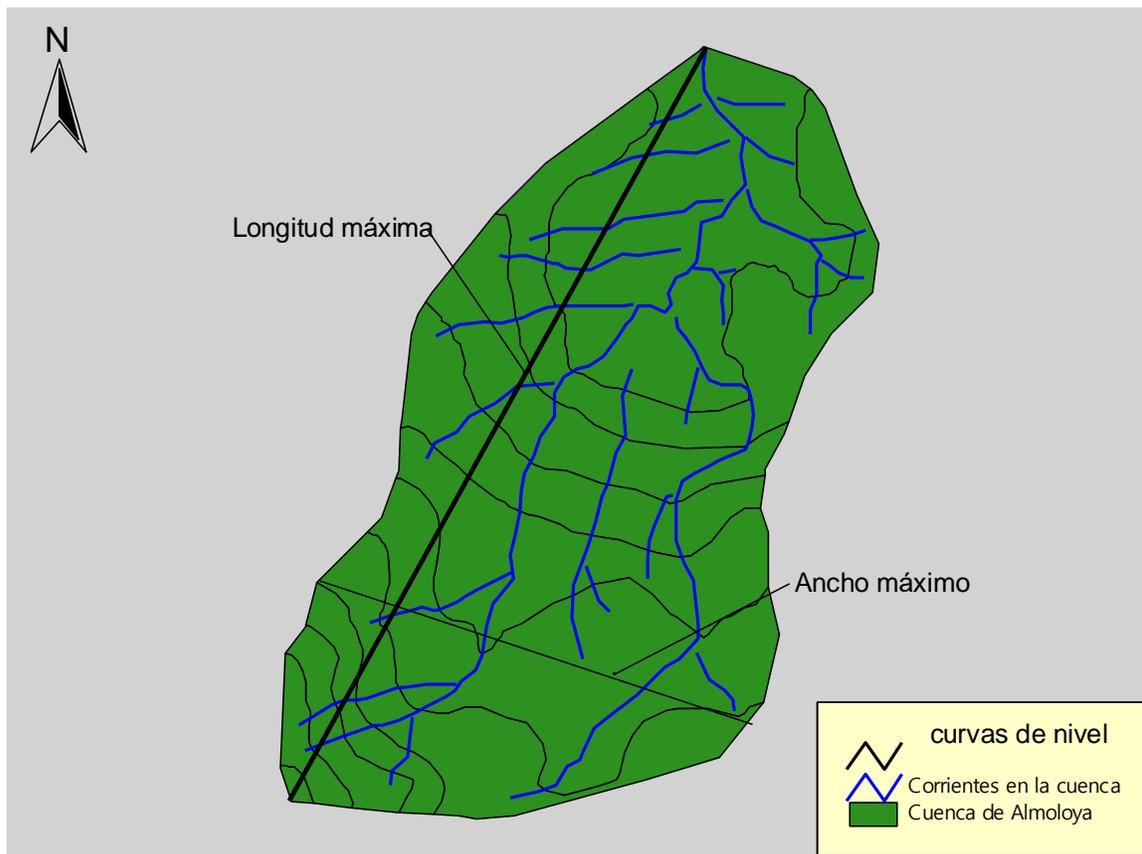
l : ancho máximo de la cuenca

Cuando I_a toma valores mayores a la unidad, se trata seguramente de cuencas alargadas, mientras que para valores cercanos a 1, se trata de una cuenca cuya red de drenaje presenta la forma de abanico y puede tenerse un río principal corto.

Tabla 18. Categorización por índice de alargamiento

Rangos de I_a	Clase de alargamiento
0.0-1.4	Poco alargada
1.5-2.8	Moderadamente alargada
2.9-4.2	Muy alargada

En el caso de la cuenca de Almoloya se tiene una longitud máxima de 4858 m mientras que como ancho máximo es de 2324 m de esta forma tenemos que el coeficiente de alargamiento es de 2.089. por lo que se considera como moderadamente alargada.



Carta 22. Largo y ancho máximos de la cuenca.

Coeficiente de masividad (Km).

Este coeficiente representa la relación entre la elevación media de la cuenca y su superficie.

$$Km = \frac{\text{Altura media de la cuenca (m)}}{\text{Area de la cuenca (Km2)}}$$

Toma valores altos en las cuencas llanas y bajo en las cuencas montañosas.

Tabla 19. Categorización por coeficiente de masividad.

Rangos de Km	Clases de masividad
0-35	Muy montañosa
35-70	Montañosa
70-105	Moderadamente montañosa

Para la cuenca de la laguna de Almoloya tenemos:

$$Km = 2285/8.15$$

Pendiente del cauce principal.

La pendiente del cauce se la puede estimar por diferentes métodos, uno de ellos es el de los valores extremos, el cual consiste en determinar el desnivel H entre los puntos más elevado y más bajo del río en estudio y luego dividirlo entre la longitud del mismo cauce L, lo que significa:

$$S = \frac{H}{L}$$

Donde:

S pendiente del cauce

H: Desnivel del punto más elevado y más bajo

L; longitud del cauce.

En el caso del presente estudio la diferencia de altura es de 110 metros y una distancia del cauce principal de 5091 m teniendo de esta forma que la pendiente del cauce principal es de 0.022%.

$$S = \frac{110}{5091}$$

S= 0.022

Tabla 20. Categorización por rango de pendiente.

Rangos de pendiente	Clase
0.01-0.05	Suave
0.6-0.11	Moderada
0.12-0.17	Fuerte

La pendiente del cauce principal de la cuenca de Almoloya es suave ya que su valor se encuentra entre el rango de 0.01 a 0.05.

Hipsometría.

La forma de la cuenca sin duda tiene un efecto directo en su respuesta hidrológica, sin embargo, el relieve de la cuenca suele tener mayor influencia, por lo que en el estudio de cuencas hidrográficas suele ser debe ser considerado como parte fundamental ya que interpretarlo ayuda en gran medida a entender lo que pasa en la cuenca, vista como un sistema. El relieve de una cuenca puede ser representado gráficamente a través de una curva isométrica, que representa las distintas elevaciones del terreno en función de la superficie dominante.

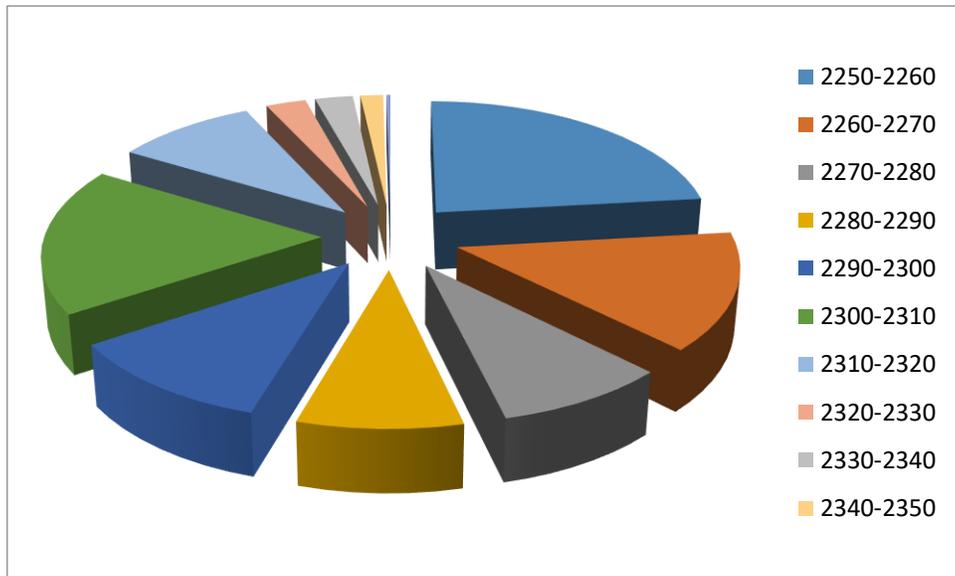
Para fines comparativos y fácil entendimiento, suele ser es conveniente utilizar el porcentaje del área total en lugar de su magnitud, así como la altura relativa.

Para construir la curva hipsométrica es necesario conocer las áreas limitadas por cada intervalo de elevaciones, en el caso de la cuenca de Almoloya el intervalo entre curvas de nivel es de 10 metros. Se realizaron distintas operaciones en el programa Arc View para realizar polígonos a de las franjas que se encuentran entre las curvas de nivel 2250 y 2350 msnm teniendo una diferencia de alturas de 110m.

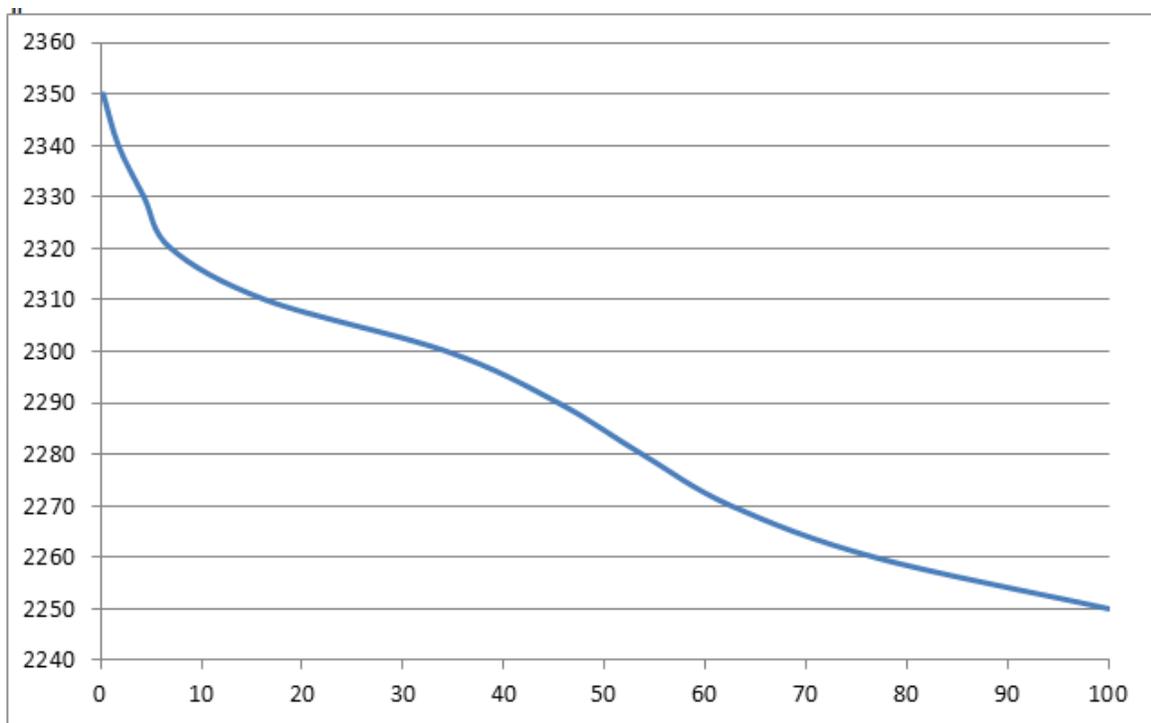
Una vez delimitados los polígonos de las franjas de las cuervas a nivel fue necesario conocer las superficies de cada una de estas franjas y determinar su proporción en relación con la superficie total de la cuenca teniendo de esta forma la siguiente tabla.

Tabla 21. Superficie por curva de nivel

Elevación	Área	% superficie de la cuenca
2250-2260	1891557	23.208659
2260-2270	1161629	14.2527301
2270-2280	718185	8.81184694
2280-2290	678083	8.31981121
2290-2300	901282	11.058375
2300-2310	1463570	17.9574272
2310-2320	767359	9.41519255
2320-2330	218024	2.67506857
2330-2340	206387	2.53228716
2340-2350	123172	1.5112719
2350-2360	20973	0.25733045
Total	8150221	100



Gráfica 4. Proporción de la superficie de la cuenca.



Gráfica 5. Curva hipsométrica de la cuenca de Almoloya.

Elevación media de la cuenca.

La variación altitudinal de una cuenca hidrográfica incide directamente sobre su distribución térmica y por lo tanto en la existencia de microclimas y hábitats muy característicos de acuerdo con las condiciones locales reinantes.

Constituye un criterio de la variación territorial del escurrimiento resultante de una región, el cual, da una base para caracterizar zonas climatológicas y ecológicas de ella.

Para poder determinar la elevación media de una cuenca existen diferentes métodos, uno de ellos es la técnica Área elevación, el cual se describe a continuación:

Para estimar la elevación por este método, es necesario disponer de un mapa con curvas de nivel cuya separación altitudinal sea idéntica de nivel a nivel. Este método inicia con la medición del área de las diferentes franjas de terreno, delimitada por las curvas de nivel consecutivas y la divisoria de aguas.

La altura media está dada por la sumatoria de la superficie de las franjas entre curvas de nivel multiplicado por el promedio de las curvas de nivel que delimita a cada franja dividido por el área total de la cuenca.

Para el caso de la cuenca de Almoloya se consideraron curvas de nivel cada 10 m por lo que se encontraron 11 franjas las cuales están delimitadas entre las cotas 2250 y 2360.

Tabla 22. Superficie de la cuenca de Almoloya por cota de altura.

Elevación	Área	Promedio de alturas
2250	1891557	2255
2270	1161629	2265
2270	718185	2275
2280	678083	2285

Elevación	Área	Promedio de alturas
2290	901282	2295
2300	1463570	2305
2310	767359	2315
2320	218024	2325
2330	206387	2335
2340	123172	2345
2350	20973	2355

De esta forma tenemos que $18575906160 / 8129248$ nos da un resultado de **2285.07** como elevación media de la cuenca de alimentación a la laguna de Almoloja.

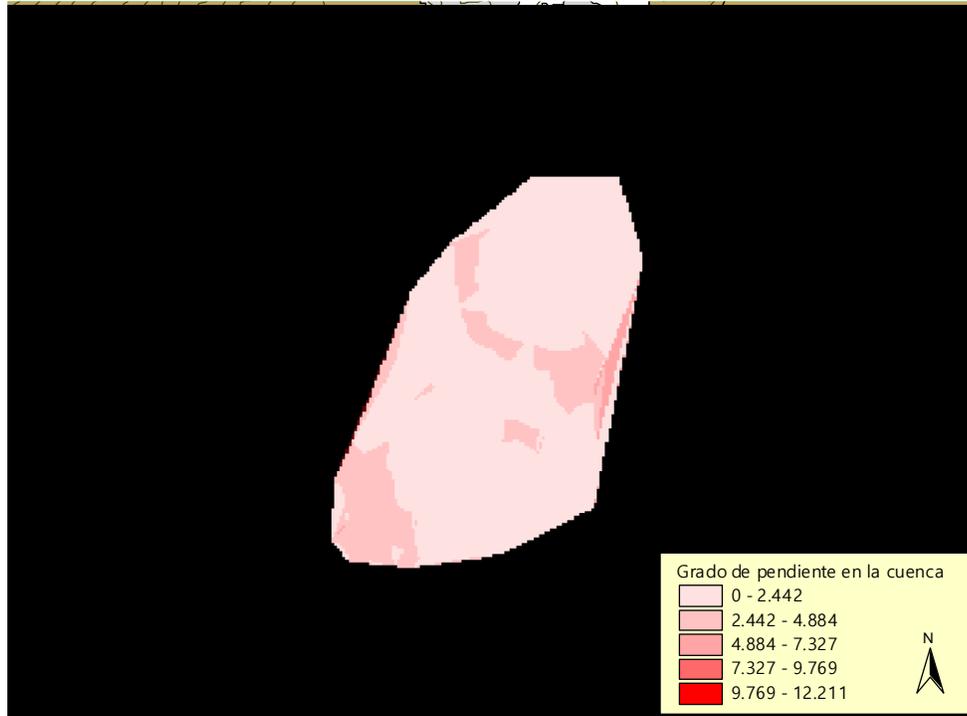
Pendiente de la Cuenca.

Guarda relación directa con la infiltración, humedad del suelo, aguas subterráneas, escurrimiento superficial. Incide y define el tiempo de concentración, viaje y el escurrimiento superficial.

La variación de la inclinación de una cuenca influye en sus fenómenos de erosión y sedimentación. La pendiente de la cuenca afecta el comportamiento del escurrimiento superficial de las aguas lluvias e influye en las avenidas del cauce principal.

Para el cálculo de la pendiente se realizó por medio del uso del programa Arc Gis y por el método de Horton.

Para el caso de la medición de pendiente por medio de Arc Gis mediante el uso de la herramienta 3D se identificaron pendientes que van de 0 a 2.4 en la mayor parte de la cuenca.



Carta 23. Análisis del comportamiento de la pendiente de la cuenca mediante el uso de Arc Gis.

Para calcular la pendiente de la cuenca con la metodología de Horton fue necesario la creación de una cuadrícula en la dirección del río principal, se toma la medida de cada línea de la malla dentro de la cuenca y se hizo el conteo de los cortes y tangencias con las curvas de nivel tenemos de esta forma la siguiente figura.

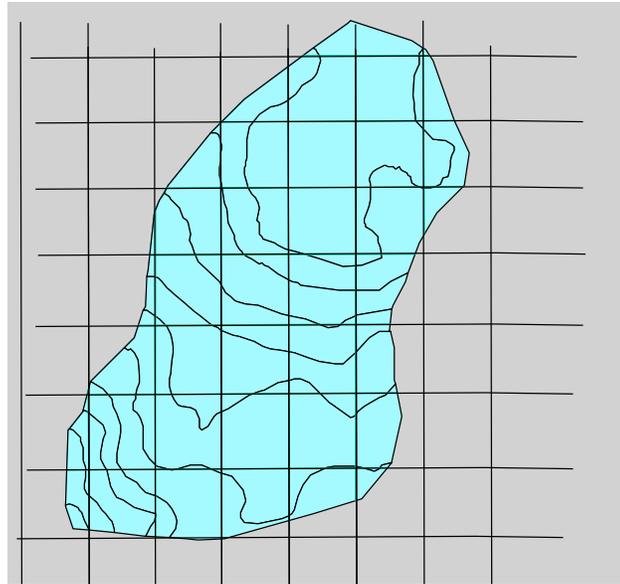


Figura 3. Cuadrícula de apoyo para el cálculo de la pendiente por método de Horton.

Tenemos que para el caso de las líneas en sentido X se contaron 26 intersecciones con una distancia de 15595 m y en el sentido Y se contaron 29 con 14250 m.

Mediante el uso de la formula

$$P_{vet} = \frac{n * e}{\sum l_{ver}}$$

Donde:

n: número de intersecciones

e: equidistancia entre curvas de nivel (metros)

l_{vert}: longitud de las verticales de la cuadrícula.

Tenemos que para el caso de las líneas en sentido en X:

$$P_{vert} = 260/15595$$

Para la pendiente en sentido Y tenemos

$$P_{vert} = 290/14250$$

Según Horton, la pendiente de una cuenca se determina con la ecuación:

$$Sc = \frac{N * D}{L}$$

Donde:

N = Nx+Ny

L: Lx+Ly

De esta forma tenemos:

$$Sc = \frac{55 * 10}{29845}$$

Sc= 0.0182

Modelos de Drenaje.

Generalmente en una superficie hidrológica se observan dos tipos de cuencas y varios modelos de drenaje, los tipos son el endorreico y el exorreico. En el primer tipo la salida se localiza dentro de los límites de la cuenca y generalmente es un lago; en el segundo, la salida se localiza en los límites de la cuenca y su destino es otra corriente o cuerpos de agua más grandes como el mar. De manera general los dos tipos de cuencas se pueden identificar fácilmente si los términos los asociamos a la siguiente figura.

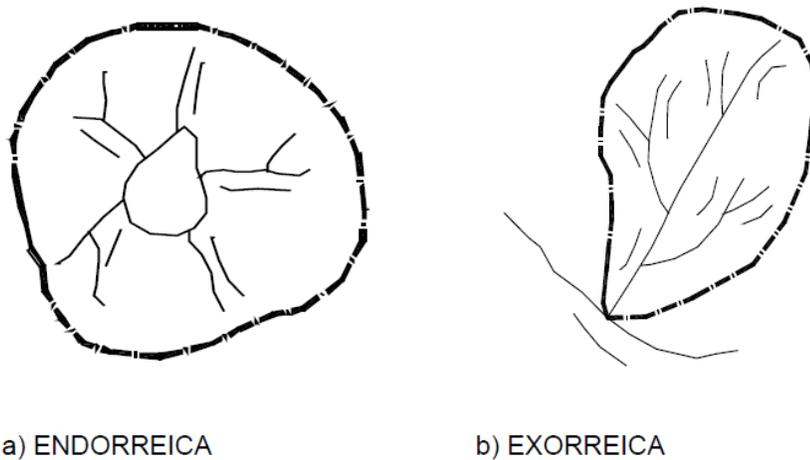


Figura 4. Tipos de endorreísmo de cuencas hidrográficas.

La cuenca de alimentación de la laguna de Almoloya es exorreica debido a que tiene una salida la cual se une a una serie de microcuencas que conforman a la subcuenca Laxaxapa. Cabe mencionar que aun que se tiene la formación de la laguna esta no es generada a partir de corrientes superficiales ya que este sistema se encuentra determinado por la presencia de los manantiales que se encuentran donde se encuentra localizado el inicio de la laguna y la parte más baja de la cuenca.

Modelo de drenaje.

De acuerdo con la literatura, en México se han identificado 18 tipos de modelos de drenaje. El modelo de drenaje de una cuenca está determinado de por la geología que se encuentra presente que en combinación con los efectos del clima se propicia un proceso de erosión específico del suelo que da como resultado la formación de una red de cauces específico y particular. En la microcuenca se identifica la presencia de un modelo de drenaje dendrítico. En la figura siguiente se muestran los diferentes modelos de drenaje que se han identificado en el País.

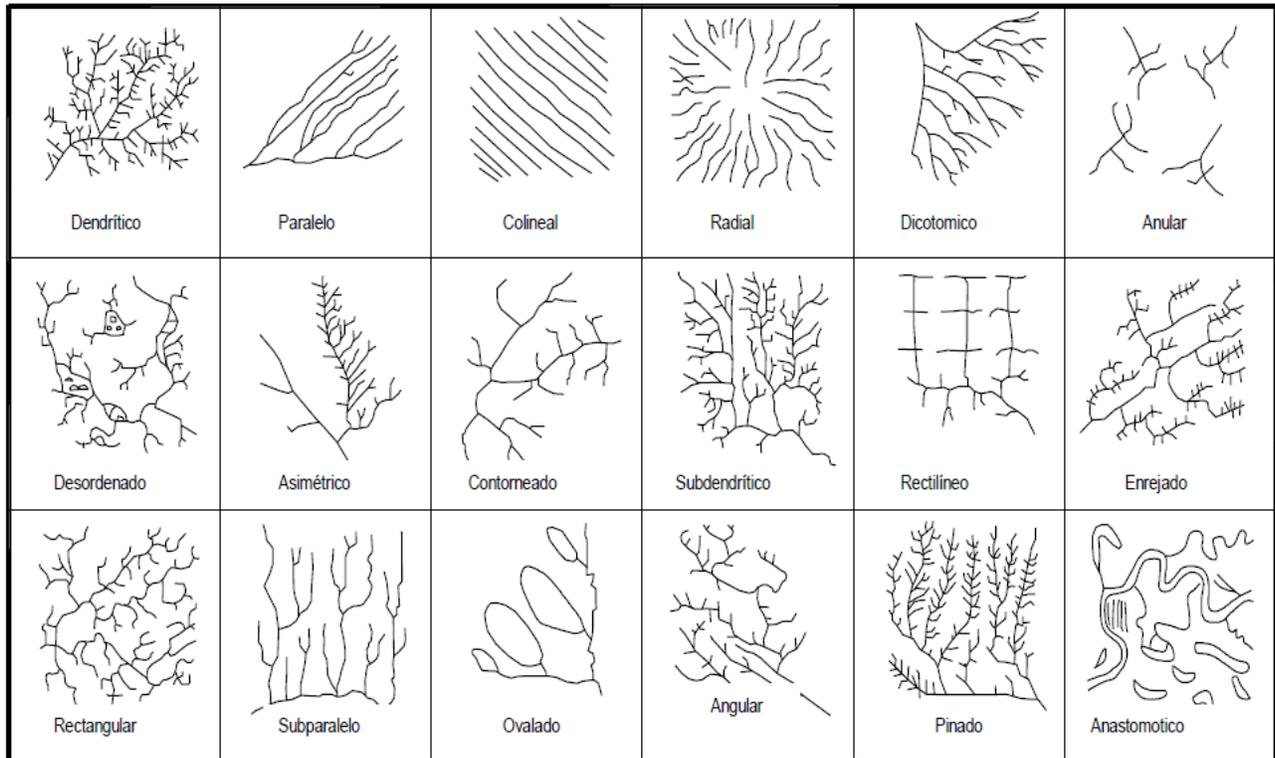


Figura 5. Modelos de drenaje identificados en México.

Ordenes de corriente.

Existen diferentes métodos para obtener este índice (Gregory and Walling, 1985). En este estudio se utilizó el método de Strahler ya que es el más común, el más comprensible y el más fácil de relacionar con otros parámetros morfométricos.

Este índice se obtiene mediante la agregación de corrientes, considerando una corriente de primer orden a aquella que no tiene afluentes, una de segundo orden aquella donde se reúnen dos corrientes de primer orden, una de tercero donde confluyen dos de segundo orden y así sucesivamente. Cuando un cauce se une con otro de orden mayor el canal resultante aguas abajo retiene el mayor de los órdenes. El orden de la cuenca es el mismo del cauce principal a la salida.

Este índice indica el grado de estructura de la red de drenaje. En general, mientras mayor sea el grado de corriente, mayor será la red y su estructura más definida.

Asimismo, un mayor orden indica en general la presencia de controles estructurales del relieve y mayor posibilidad de erosión o bien, que la cuenca podría ser más antigua (en determinados tipos de relieve).

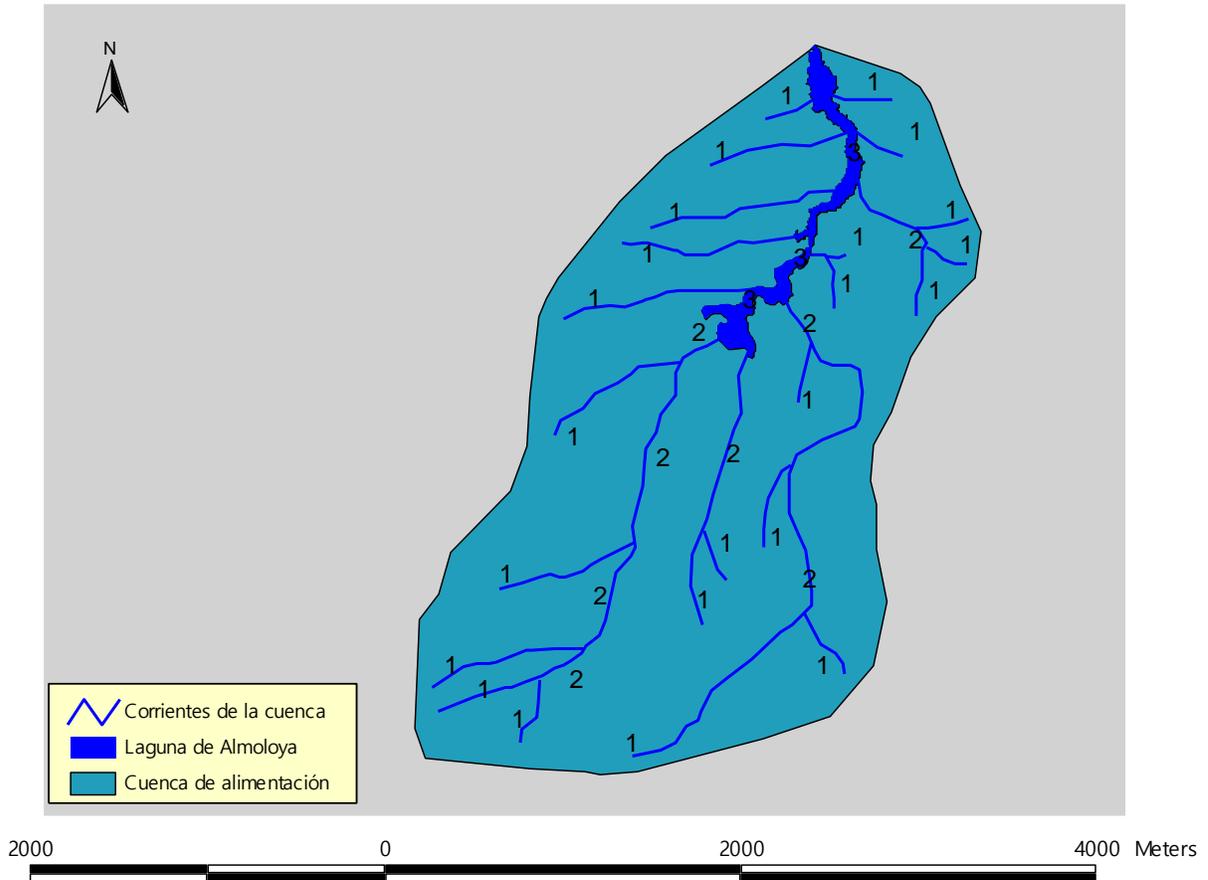
Tabla 23. Ordenes de corriente en las cuencas.

Rangos de ordenes	Clases de orden
1-2	Bajo
2.1-4	Medio
4.1-6	Alto

La cuenca de la laguna de Almoloya cuenta con 23 corrientes de orden 1, 4 de orden 2 y una de orden 3 la cual se forma cuando se unen dos corrientes de orden 2 en la sección de la laguna. Debido a esta situación la cuenca es de orden 3. En la siguiente tabla se muestra el número de corriente de cada orden.

Tabla 24. Número de corrientes por tipo de orden en la cuenca de aportación.

Orden de corriente	Número de corrientes
1	23
2	4
3	1



Carta 24. Ordenes de corriente presentes en la cuenca de la laguna de Almoloya.

Relación de bifurcación.

La relación de bifurcación se define de acuerdo siguiente ecuación, como el cociente entre el número de cauces de cualquier orden y el número de corrientes del siguiente orden superior. De esa relación se tiene la siguiente fórmula

$$Rb = \frac{N_u}{N_{u+1}}$$

Donde:

Rb: Relación de bifurcación, adimensional

Nu: Número de corrientes de orden u, adimensional

Nu+1 : Número de corrientes del siguiente orden superior, adimensional

Las relaciones de bifurcación varían entre tres y cinco para cuencas en las cuales las estructuras geológicas no distorsionan el modelo de drenaje, Investigadores encontraron que la relación de bifurcación de corrientes de primero a segundo orden varía de 4 a 5.1 y de las de segundo orden fluctúa de 2.8 a 4.9.

Para el caso de la cuenca de la laguna de Almoloya se tiene la siguiente tabla de relación de bifurcación entre los órdenes de corriente encontrados en la cuenca.

Tabla 25. Relación de bifurcación de los órdenes de corriente en la cuenca de Almoloya.

Orden de corriente u	Número de corrientes Nu	Relación de bifurcación Rb
1	23	
2	4	5.75
3	1	4

Colector principal de la cuenca.

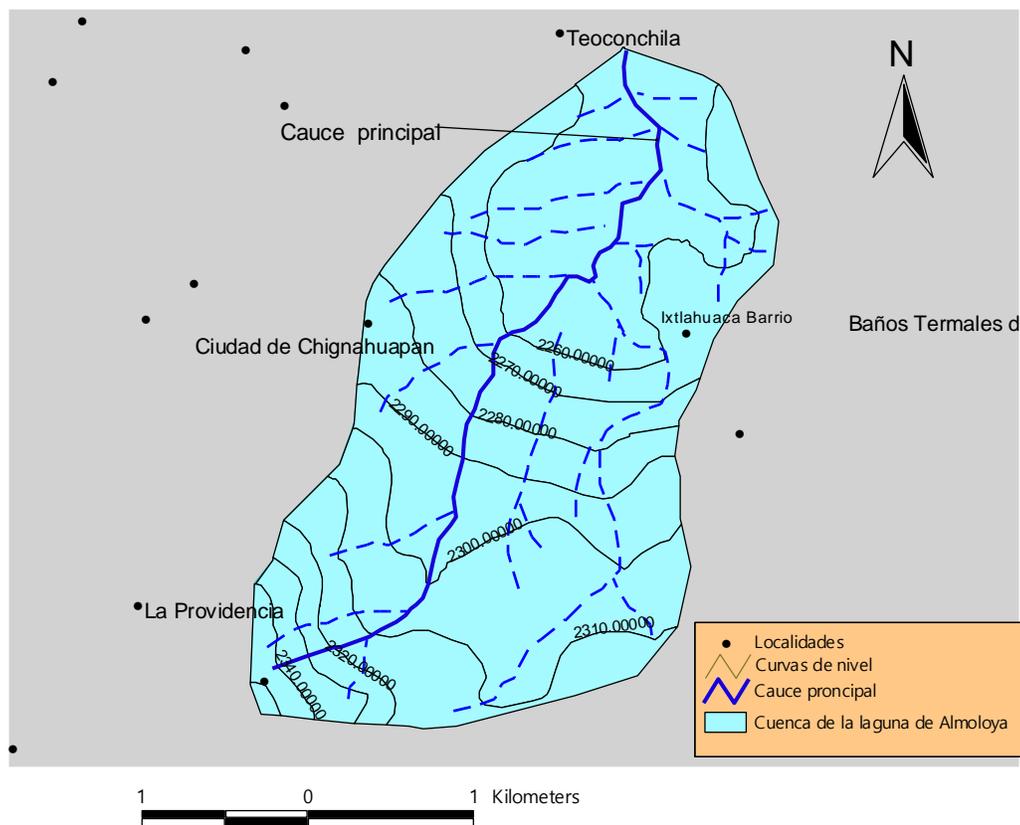
En los sistemas de corrientes como las cuencas hidrológicas, es importante el conocimiento de las características geométricas del cauce principal ya que constituye un factor importante para analizar el funcionamiento hidráulico de la cuenca y la estimación de los escurrimientos en el cauce, ya que en este se concentra la mayor cantidad de agua precipitada; por lo que conocer la Longitud, el Perfil y la Pendientes se convierte en algo fundamental.

Longitud.

La longitud del cauce principal es un parámetro también importante en la respuesta hidrológica de una cuenca, a mayor longitud mayor tiempo de concentración y viceversa. Para la determinación de la longitud del cauce de las corrientes principales, se realizó su identificación en Arc Gis 10.

En la cuenca sujeta del presente estudio se identificó el cauce al principal tenido en consideración que una parte de este se hace presente solamente en la época de lluvias.

El cauce principal en la cuenca que alimenta a la laguna de Almoloya tiene una longitud de 5105 m desde su inicio a una altura de 2340 msnm y para efectos de la cuenca de Almoloya se hace presente hasta donde se ha delimitado la cuenca en este estudio.



Carta 25. Cauce principal de la cuenca de alimentación.

Perfil.

El perfil de un cauce indica gráficamente la variación de la elevación a lo largo de su desarrollo, se obtiene llevando a una gráfica los valores de sus recorridos horizontales (abscisas) contra los cambios de elevaciones respectivos (ordenadas).

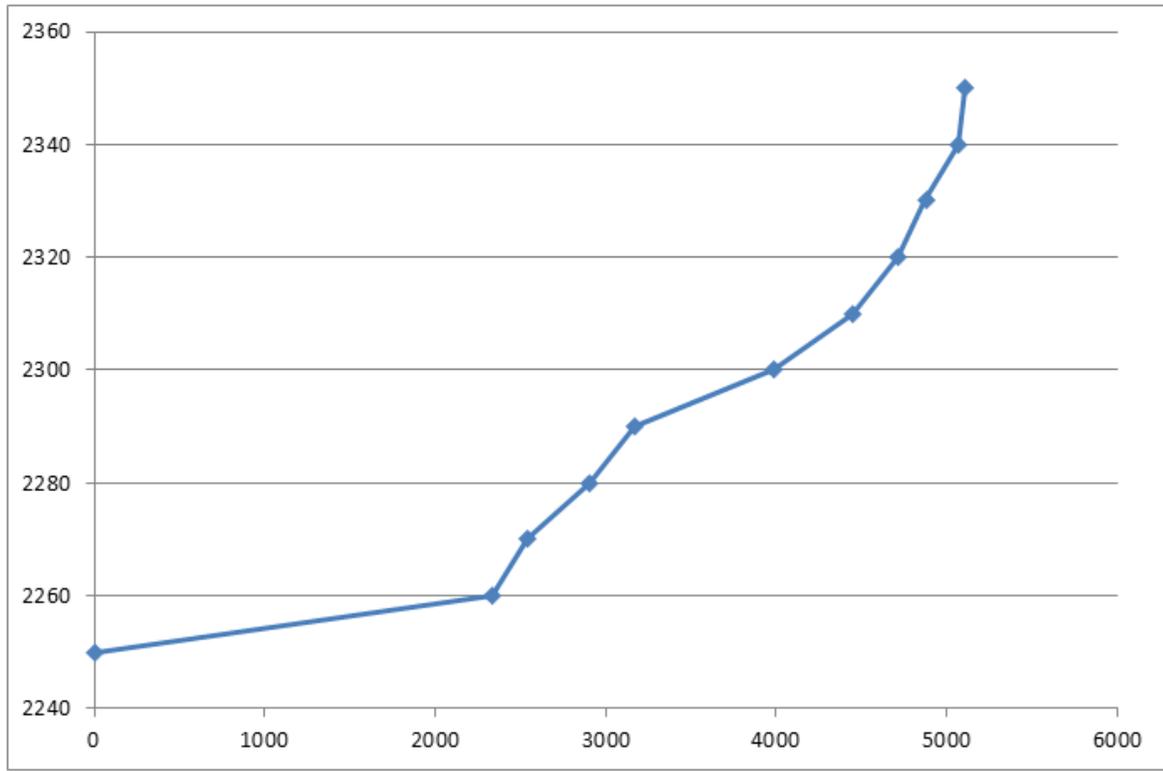


Figura 6. Perfil del cauce principal de la cuenca de alimentación.

Pendiente.

La pendiente del cauce principal es uno de los indicadores más importantes del grado de respuesta de una cuenca a una tormenta. Dado que la pendiente varía a lo largo del cauce, es necesario definir un valor medio. Para tal efecto el método más aprobado hasta la fecha es el de Taylor y Schwarz, el cual propone calcular la pendiente media de un canal de sección transversal uniforme que tenga la misma longitud y tiempo de recorrido de la corriente en cuestión.

$$S = \frac{L}{\frac{l_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{l_m}{\sqrt{S_m}}} = \frac{L}{\sum_{i=1}^m \left(\frac{l_i}{\sqrt{S_i}} \right)}$$

Donde:

S : Pendiente media del cauce, adimensional

L: Longitud total del cauce, en m

m: Número de tramos a lo largo del cauce

l1, l2,..., lm: Longitudes de cada tramo, en m

S1, S2,..., Sm : Pendiente de cada tramo, adimensional

Tabla 26. Pendiente del cauce principal.

ALTURA	I	S	\sqrt{S}	L/\sqrt{S}
2250	2336	0.00428082	0.06542799	35703.3739
2260	205	0.04878049	0.22086305	928.176977
2270	363	0.02754821	0.16597653	2187.05617
2280	269	0.03717472	0.19280747	1395.17415
2290	810	0.01234568	0.11111111	7290
2300	464	0.02155172	0.14680505	3160.65411
2310	262	0.03816794	0.19536617	1341.07151
2320	166	0.06024096	0.24544035	676.33542
2330	192	0.05208333	0.22821773	841.301848
2340	37	0.27027027	0.51987524	71.170921
Total	5104		0	53594.315

$$S = 5104/53594.3$$

La pendiente media del cauce principal es de 0.0952

$$S = 0.0952$$

Relaciones generales.

Es conveniente analizar la relación que existe entre algunos índices geomorfológicos y el régimen hidrológico, por ejemplo, con el área y la elevación media de la cuenca, así como con la longitud y pendiente del cauce principal. Conocer estos parámetros facilita el análisis del comportamiento del escurrimiento en la cuenca hidrológica.

Generalmente, a medida que el área de una cuenca crece, los gastos; mínimos, promedios y máximos lo hacen también, por tal motivo la variación del crecimiento de los gastos máximos instantáneos se ve influenciado por el tamaño de la cuenca.

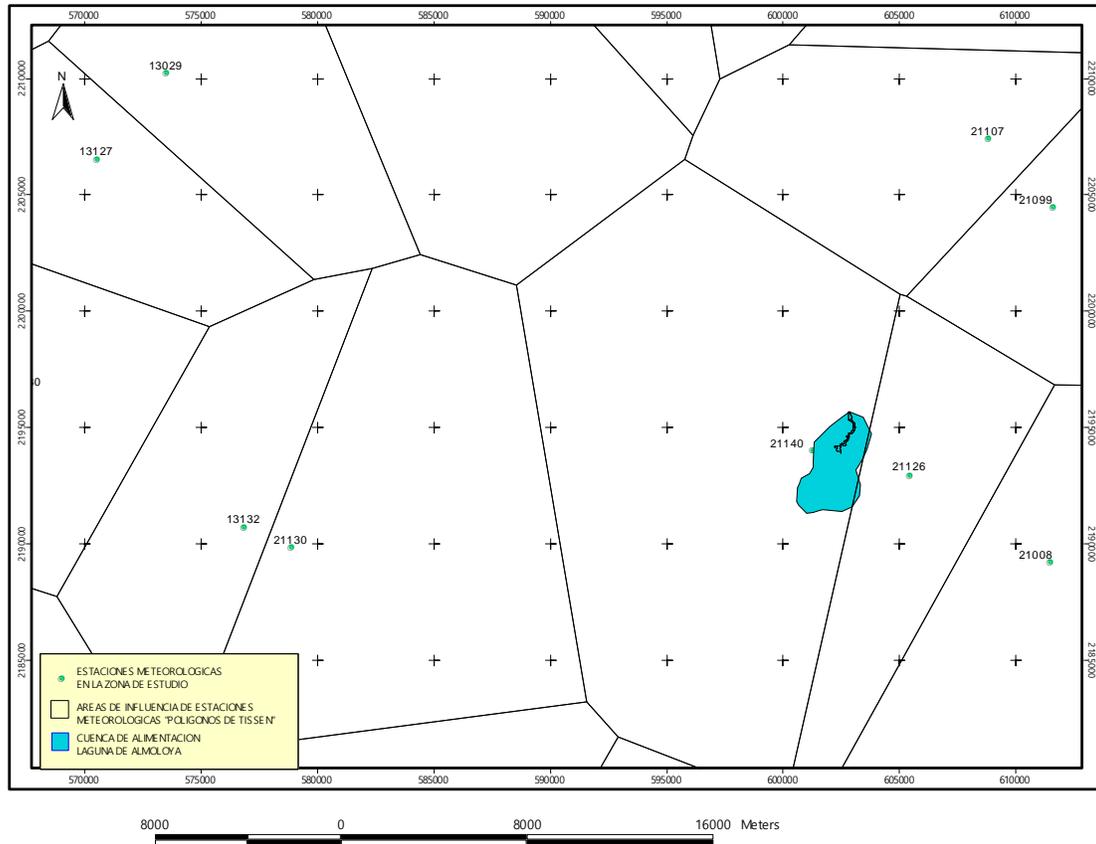
La microcuenca que en época de lluvias alimenta a la laguna de Almoloya es pequeña y dado que las corrientes que se generan son temporales la aportación por escurrimiento superficial en la superficie de la cuenca es mínimo en comparación con el gasto de los manantiales de la laguna y los cuales propician aportación permanente a la subcuenca de Laxaxapa a la cual drena.

Relación con la Elevación Media de la Cuenca.

La elevación media tiene influencia importante sobre los principales parámetros del régimen hidrológico, esto se observa en los valores de las precipitaciones y pendiente de la cuenca. Así por ejemplo, a mayor elevación mayor es la lámina de precipitación. Sin embargo, la cuenca de Almoloya se encuentra en un valle y la diferencia de alturas es de solamente 110 m en la que de acuerdo con los registros de las estaciones climatológicas consultadas no existe una variación significativa en la precipitación a lo largo de la cuenca como pudiera suceder en cuenca con amplia diferencia de alturas.

Características climatológicas e hidrológicas de la cuenca de aportación.

A partir de la ubicación de las estaciones meteorológicas que se encuentran en los alrededores de la zona de estudio se determinó mediante polígonos de Thissen el área de influencia de cada una sobre la microcuenca que alimenta a la laguna. De acuerdo con la metodología los datos que se pueden considerar como representativos en la cuenca son los registrados por las estaciones 21140 y 21126 del SMN de la CONAGUA.



Carta 26. Delimitación de áreas de influencia de estaciones climatológicas por polígonos de Thissen.

Temperaturas.

Los datos de temperatura que se proporcionan son los registrados en el Sistema Meteorológico Nacional (SMN) por las estaciones que de acuerdo con el método de aproximación "polígonos de Thissen" tienen influencia en la superficie de la cuenca de alimentación y las cuales se encuentran dentro del cercano dentro del municipio de Chignahuapan y las cuales se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 27. Datos de estaciones meteorológicas

Estación	Municipio	Numero	Latitud	Longitud	Altura
Chignahuapan	Chignahuapan	21140	19.8394	98.0328	2291
Loma alta	Chignahuapan	21126	19.8297	97.9931	2328

Los valores mensual y anual de temperaturas; medias, máximas y mínimas registrados por las estaciones climatológicas según las normales meteorológicas, asimismo los datos de precipitación y evapotranspiración registrada por las estaciones en el periodo de 1951 al 20110 (CONAGUA).

Los métodos utilizados para generar datos faltantes fueron mediante el uso de los promedios de los datos existentes.

Tabla 28. Temperatura máxima, media y mínimas registradas en la estación climatológica 21140, Chignahuapan, del periodo 1951-2010.

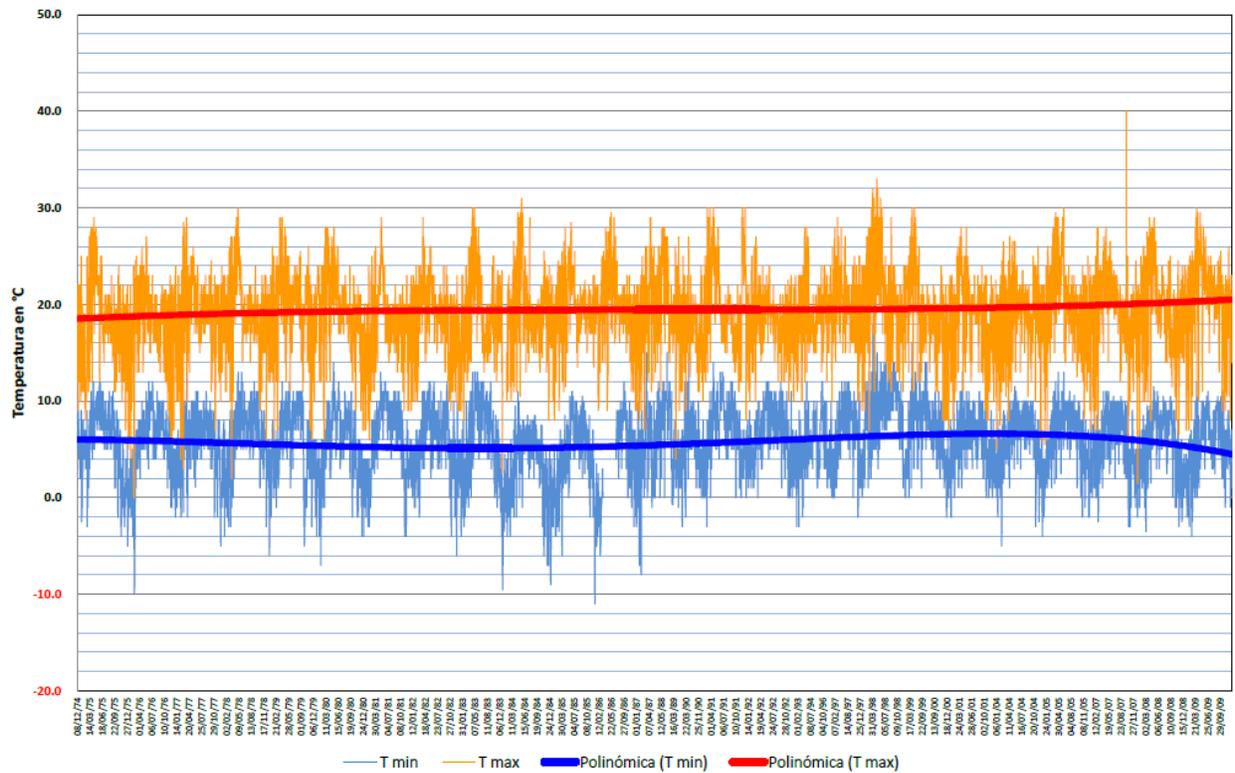
Elementos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura Máxima													
Normal	17.7	18.3	20.7	22.1	23	20.9	19.3	19.1	18.4	18	17.8	18.1	19.5
Máxima Mensual	20.3	21.5	23.7	25.2	27.7	24.2	22	21.1	20.5	21.3	20.8	25.1	
Máxima Diaria	27	28	30	32	33	31	29	29	26	40	26	30	
Años Con Datos	24	26	27	26	23	23	22	24	23	24	25	25	
Temperatura Media													
Normal	10	10.6	12.8	14.5	15.4	14.7	13.5	13.4	13.2	12.1	11	10.6	12.7
Años Con Datos	24	26	26	25	22	22	22	24	23	24	25	25	
Temperatura Mínima													
Normal	2.2	2.9	4.9	6.9	7.9	8.5	7.7	7.7	7.9	6.2	4.2	3.1	5.8
Mínima Mensual	-2.1	-1	1.9	3.6	3.7	5.7	4.8	5.6	6.2	2	0.5	-1	
Mínima Diaria	-11	-10	-3.5	-6	0	-1	2	2	-4	-5	-6	-8	
Años Con Datos	25	26	26	25	22	22	22	24	23	24	25	25	

En el periodo analizado se encontraron datos de temperatura que van de -11 a 40°C, sin embargo, los promedios mensuales para la temperatura mínima mensual va de -2.1 a 5.7°C, mínima diaria que va de -11 a 2°C, máximas mensuales que van de 20.5 a 27.7 y máximas diarias que se encuentran entre los 27 y 40 grados.

Tabla 29 Temperatura máxima, media y mínimas registradas en la estación climatológica 21126, Loma Alta, del periodo 1951-2010.

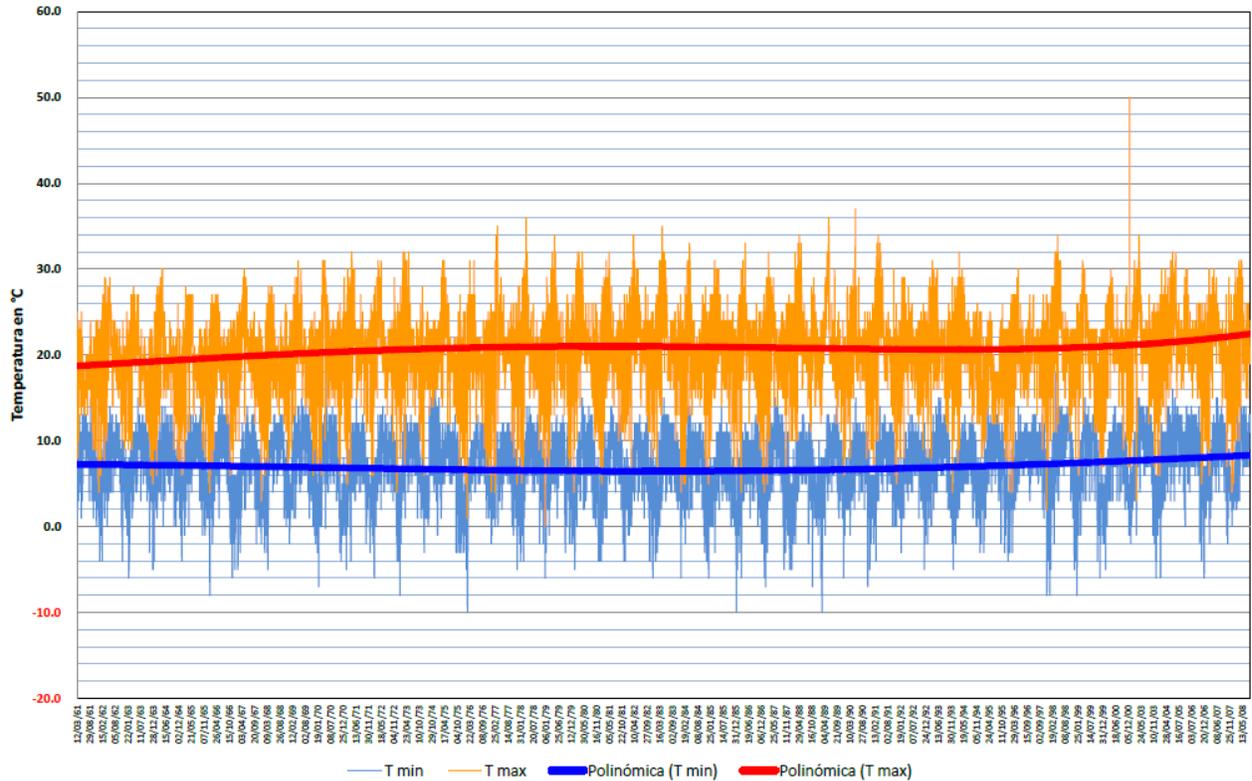
Elementos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura Máxima													
Normal	18.8	20.1	22.5	24.1	24.2	21.7	19.9	20	19.5	18.8	18.9	18.6	20.6
Max. Mensual	21.5	23.3	27.6	28.1	29.5	26.2	22.4	22.2	21.6	21.9	23.4	21.5	
Año De Máxima	1982	2003	1973	1991	1989	1989	2007	2003	1977	1979	1988	1987	
Máxima Diaria	29	30	34	36	37	36	29	30	28	30	29	50	
Años Con Datos	42	42	41	45	45	45	44	44	43	42	42	42	
Temperatura Media													
Normal	10.8	11.9	14.1	16	16.5	15.7	14.6	14.5	14.4	13.1	12	11.2	13.7
Años Con Datos	42	42	41	45	45	45	44	44	43	42	42	42	
Temperatura Mínima													
Normal	2.9	3.8	5.8	7.8	8.8	9.7	9.2	9.1	9.4	7.3	5.1	3.8	6.9
Mínima Mensual	-1	0	3.2	5.2	6.8	7.3	6.5	7.1	6.4	3.4	1.5	1.4	
Mínima Diaria	-10	-10	-10	-4	-0.2	1	1	1	-3	-5	-7	-8	
Años Con Datos	42	42	41	45	45	45	44	44	43	42	42	42	

De los datos mostrados en la tabla anterior, se tiene una temperatura media de 20.9 con mínimas que van de 5.8 a 6.9 grados y máximas de 22.5°C. Sin embargo, en el periodo analizado se encuentran temperatura mínima registrada de -10°C y una máxima de 50°C. De lo anterior podemos concluir que las temperaturas en el área de estudio van desde -11 y hasta 50°C con tempera media que va de 10 a 17°C.



Gráfica 6. Registro de temperatura máxima y mínima en la estación 21140.

En la gráfica anterior podemos observar el comportamiento de la temperatura máxima y mínima diaria registrada en la estación Chignahuapan, 21140, en el periodo comprendido del 1974 al 2009.



Gráfica 7. Registro de temperatura máxima y mínima en la estación 21126 Loma Alta.

En esta gráfica observamos la variación de las temperaturas diarias registradas en la estación climatología 21126, Loma alta en el periodo de 1961 al 2008.

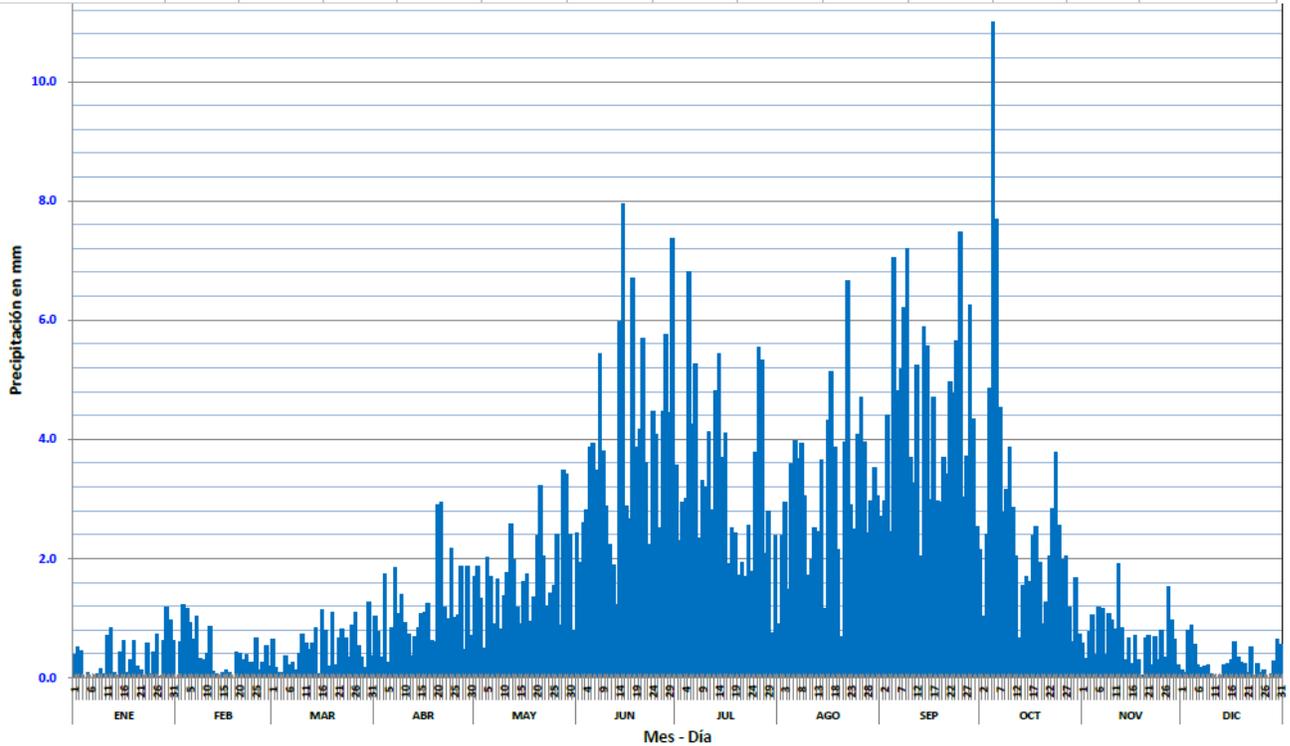
Precipitación y evapotranspiración en la zona de estudio.

La precipitación en la cuenca de la laguna de Almoloya se encuentra registrada de acuerdo con la metodología de los polígonos Thissen en las estaciones 21140 y 21126 de la CONAGUA por lo que es necesario realizar el análisis de los datos registrados por estos números de estación.

Tabla 30. Precipitación y evapotranspiración de la estación climatológica 21140, Chignahuapan, del periodo 1951-2010.

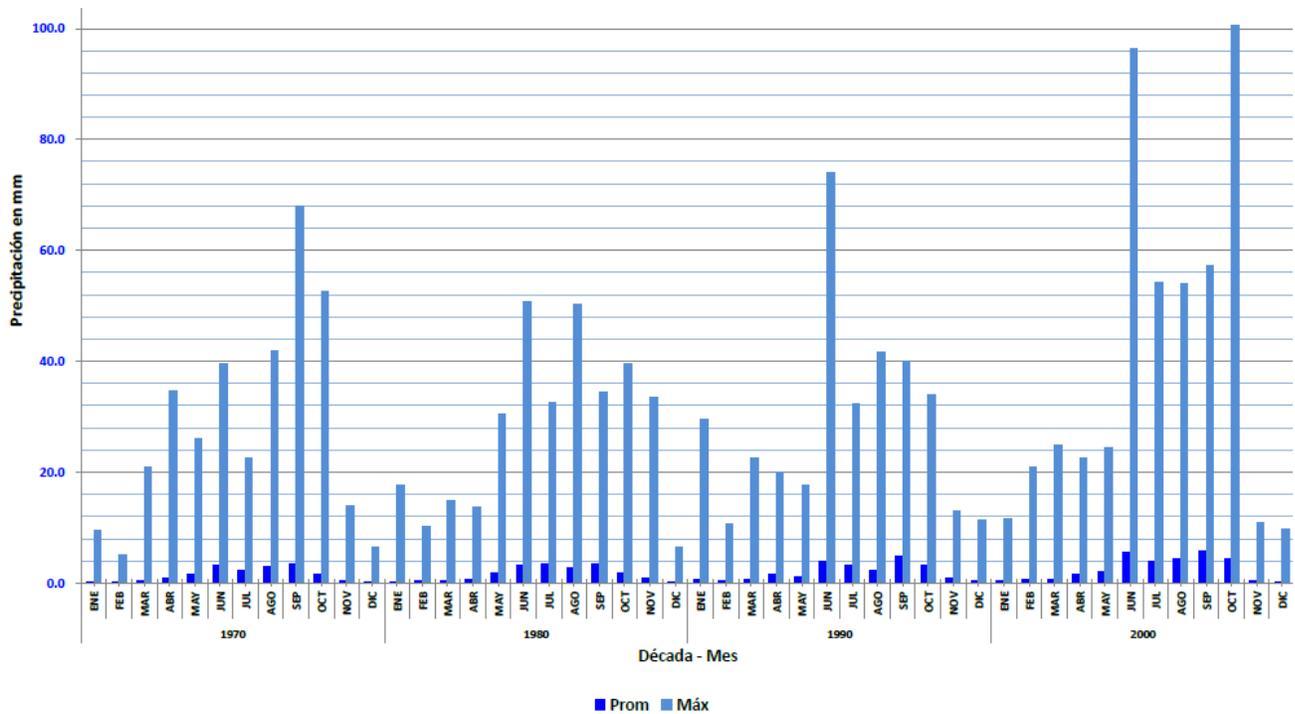
Elementos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Precipitación													
Normal	10.9	11.6	16.1	34.6	53.2	117.2	102	96.1	127.7	81.4	20.7	8.1	679.6
Máxima Mensual	73.9	51.3	67	135.4	119.8	297.9	209.1	255.8	266.9	268.5	70.7	38.5	

Elementos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Máxima Diaria	29.5	21	25	34.7	30.5	96.4	54.3	53.9	68	100.6	33.5	11.5	
Años Con Datos	25	26	27	26	23	23	22	24	25	24	25	25	
Evaporación Total													
Normal	99.3	109.3	159	162.7	167.8	130.3	107	113.3	90.3	88.5	83	84.9	1,395.40
Años Con Datos	23	24	26	27	22	21	21	22	22	21	22	22	



Gráfica 8. Distribución Anual del Promedio Diario de Precipitación.

En el periodo analizado se encontró una precipitación máxima diaria de 100.6 mm en la estación 21140 Chignahuapan, localizada en la cabecera municipal. Con precipitaciones máximas anuales en cinco meses los cuales van de junio a octubre. Y es en estos donde se tiene registrado la mayor precipitación diaria.



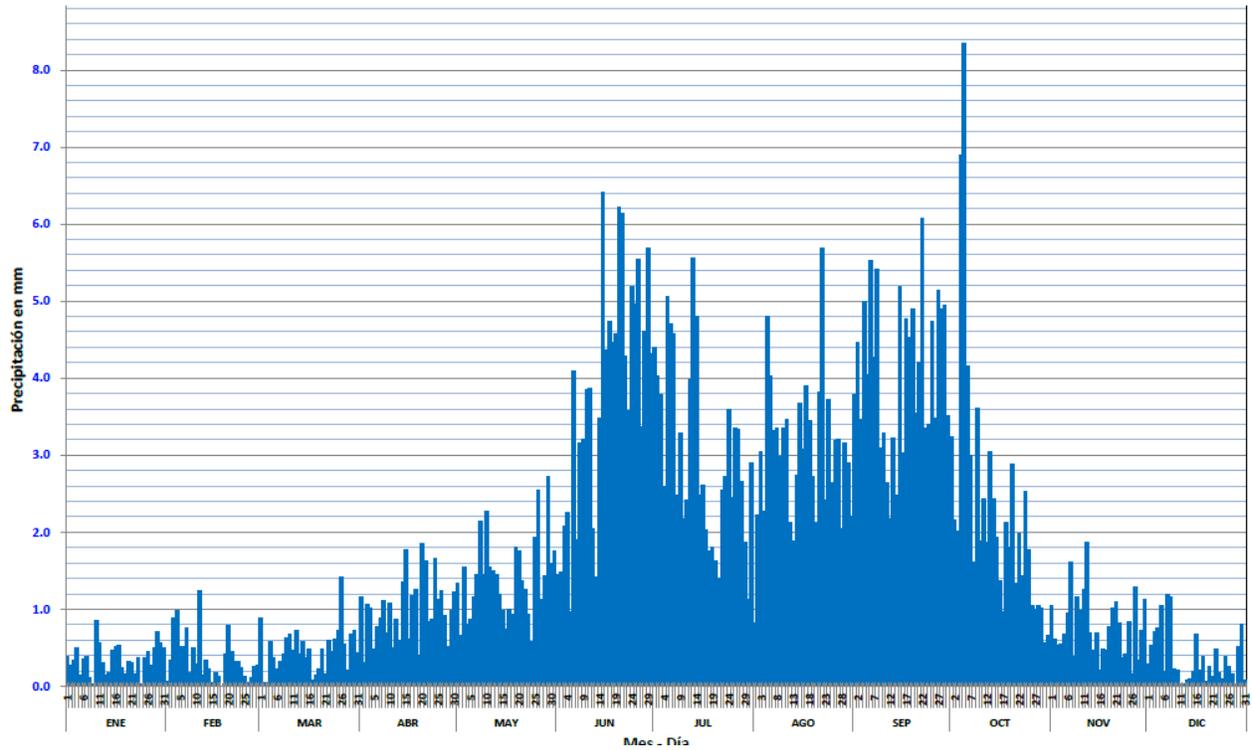
Gráfica 9. Promedio Diario y Máximo de precipitación en 24 horas por década –Mes en la estación 21140, Chignahuapan.

La estación 21126 de Loma alta cuenta con datos registrados de precipitación de 45 sin embargo se reporta datos faltantes en algunos años por lo que para solventar los datos faltantes se utilizó el promedio de los años que si cuentan con registro. En el periodo analizado se tiene precipitación diaria máxima de 189. En ella se tienen registros de precipitación normal mensual que va de 10.4 en el mes de febrero y hasta 274 en el mes de agosto y una precipitación anual de 614 mm.

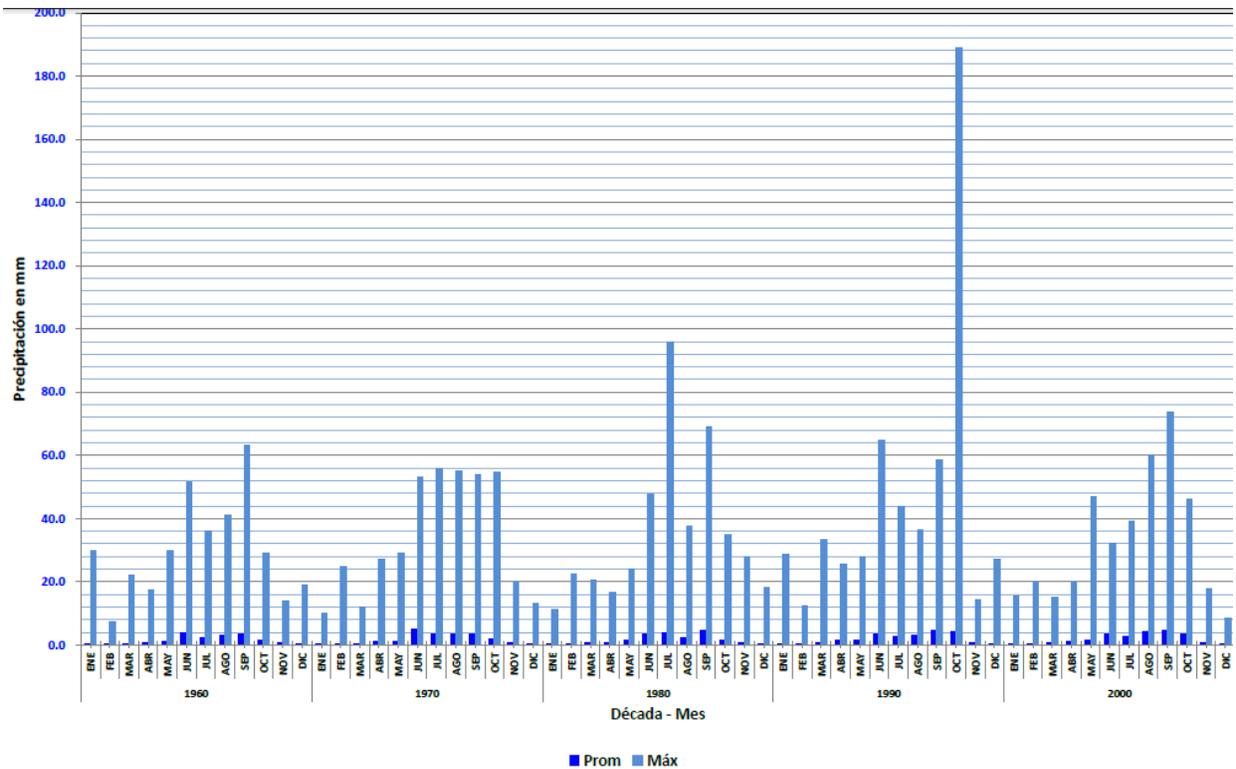
Tabla 31. Precipitación y evapotranspiración registrada en la climatológica 21126, Loma Alta, en el periodo 1951-2010.

Elementos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Precipitación													
Normal	11	10.4	14.6	29.9	43.8	113.7	94.1	94.3	122.6	72.1	23.6	11.3	641.4
Máxima Mensual	70.5	44.5	67.4	146	128.	217.4	240.	274.	241.3	449.	72.5	51.2	
Máxima Diaria	30	25	33.3	27	47	64.7	96	60	73.5	189	27.9	27	
Años Con Datos	42	42	42	45	45	45	44	44	43	42	42	42	

Elementos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Evaporación Total													
Normal	105.	129.	176.	178.3	183.	143.2	122	121.	99.8	98.2	93.9	94	1,544.60
	2	6	2		1			1					
Años Con Datos	24	24	24	27	28	26	27	27	26	24	24	24	



Gráfica 10. Distribución Anual del Promedio Diario de Precipitación.



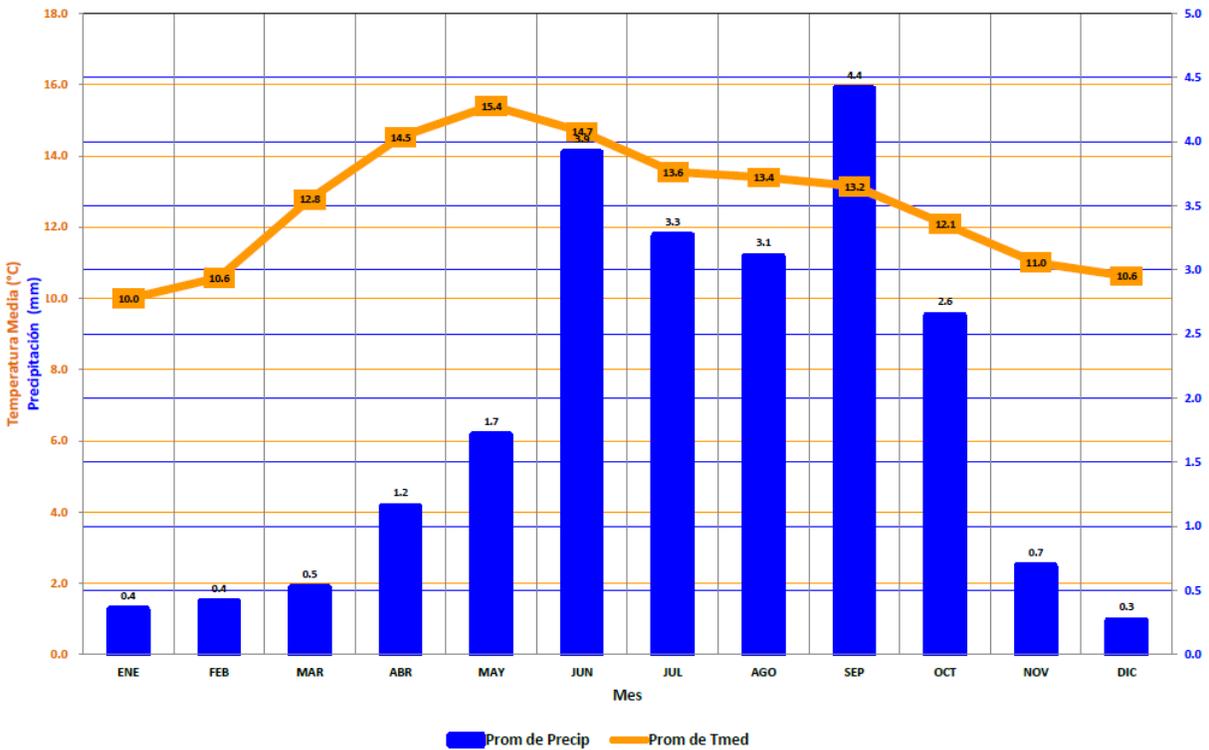
Gráfica 11. Promedio Diario y Máximo de precipitación en 24 horas por década –mes en la estación 21126 Loma alta.

De los datos mostrados en las tablas anteriores se tiene una temperatura media de 12.7 con mínimas que van de 5.8 a 6.9 grados y máximas de 20°C con una precipitación de 660.5° y evapotranspiración de 1470 milímetros.

Tabla 32. Concentrado de datos climatológicos.

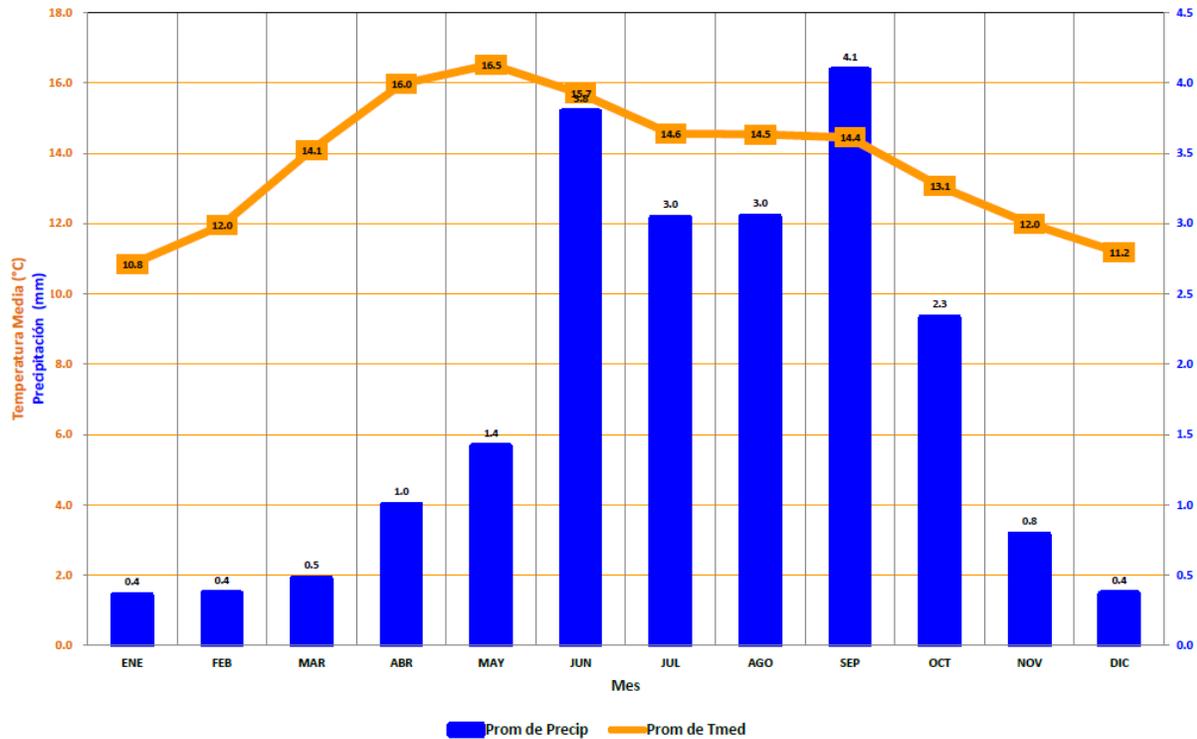
Elementos	Estación		Promedio
	21140	21126	
Temperatura máxima	19.5	20.6	20.05
Temperatura media	12.7	12.7	12.7
Temperatura mínima	5.8	6.9	6.35
Precipitación	679.6	641.4	660.5
Evaporación total	1,395.40	1544.6	1470

Registro de precipitación y temperatura por mes.



Gráfica 12. Registro de precipitación y temperatura por mes en la estación 21140.

En la gráfica anterior se identifica una precipitación mayor en los meses de junio a octubre y temperaturas máximas mensuales en mayo y mínimas en enero



Gráfica 13. Registro de precipitación y temperatura mensual en la estación 21126.

En la estación 21126 se tiene un comportamiento de la temperatura similar a la de Chignahuapan con temperatura mínima en el mes de enero y máxima en mayo. Con precipitaciones de julio a octubre con mayor presencia en los meses de junio a septiembre.

Cálculo de Volumen en la cuenca.

De los registros anteriores tenemos que de acuerdo con la metodología de polígonos de Thissen la estación con mayor área de influencia en la cuenca de alimentación a la laguna de Almoloya en la ubicada en la ciudad de Chignahuapan, por lo que para fines prácticos tomaremos los datos registrados en ella para realizar los cálculos de volumen. Dado que no existe diferencia de precipitación entre la parte alta y baja de la cuenca solo se estimará el volumen de la cuenca en general lo cual se realizará con la siguiente fórmula.

$$V = Ap$$

Donde:

V: volumen de la cuenca

A: área de la cuenca (m²)

P: precipitación registrada en la estación 21140, Chignahuapan (m)

$$V = 8150200 * 0.6796$$

Vol.=55388759.2 m³

El volumen de captación de la cuenca es de 55388759.2 m²y en la tabla siguiente se expone el comportamiento del volumen captado a lo largo del año estimado de acuerdo los datos registrados en la estación climatológica de Chignahuapan.

Tabla 33 Volumen mensual en la cuenca de alimentación.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Pp mm	10.9	11.6	16.1	34.6	53.2	117.2	102	96.1	127.7	81.4	20.7	8.1	679.6
Vol m³	8883	9454	13121	28199	43359	95520	8313	78323	104078	66342	16870	6601	553887
	71.8	23.2	82.2	69.2	06.4	34.4	204	42.2	05.4	62.8	91.4	66.2	59.2

IV.2.2 Aspectos bióticos.

IV.2.2.1 Vegetación terrestre.

De acuerdo con la serie IV del mapa de Uso de Suelo de INEGI, el uso de suelo que existe en el sistema ambiental, se encuentra Agricultura de temporal; Bosque de "Pino, Pastizal Inducido, Bosque de encino y Zona Urbana, los cuales a continuación se describen sus características.

Agricultura de temporal.

La agricultura de temporal es el tipo de agricultura de todos aquellos terrenos en donde el ciclo vegetativo de los cultivos que se siembran depende del agua de lluvia, independientemente del tiempo que dura el cultivo en el suelo, que puede ir de un año a más de diez, como los frutales. También son aquellos que son por periodos dentro de un año, como los cultivos de verano. Incluyen los que reciben agua invernal como el garbanzo.

Estas áreas pueden dejarse de sembrar algún tiempo, pero deberán estar dedicadas a esta actividad por lo menos en el 80% de los años de un periodo dado.

Cabe señalar que algunas superficies son sembradas de manera homogénea por un cultivo o más de dos, o pueden estar combinados con pastizales o agricultura de riego, en un mosaico complejo difícil de separar, pero siempre con la dominancia de los cultivos cuyo crecimiento depende del agua de lluvia.

En buena parte de los bosques y selvas donde las condiciones climáticas son favorables, se han establecido pastizales inducidos y en menor grado cultivados, que sostienen una ganadería no muy vigorosa; sin embargo, es aquí donde este tipo de actividad encuentra su mejor desarrollo. La agricultura nómada es de gran importancia, debido al constante crecimiento de áreas sometidas a esta práctica y se caracteriza por el alto grado de perturbación que propicia en la vegetación natural y la reducción de un gran número de comunidades, que al ser sometidas al cultivo degradan los terrenos y se mantienen en forma casi permanente a nivel de vegetación secundaria.

La explotación forestal también ha propiciado el deterioro de la vegetación y del suelo, debido a la falta de organización y planeación para el aprovechamiento de los recursos; frecuentemente se propician quemas e incendios para convertir bosques en terrenos de pastoreo o de cultivos, con rendimientos bajos y acelerando la erosión del suelo (INEGI 2008).

Bosque de pino.

Esta asociación vegetal se localiza en las principales zonas montañosas del estado. Junto con los pinares constituyen la mayor cubierta vegetal de las áreas de clima templado frío y semihúmedo. Su distribución corresponde a las mismas zonas que ocupan los bosques de pino y pino- encino, solo que en altitudes menores.

Las principales especies son: *Quercus oleoides*, *Q. crassipes*, *Q. castanea*, *Q. glaucoides*, *Q. crassifolia*, *Q. hartwegii* y *Q. Mexicana*.

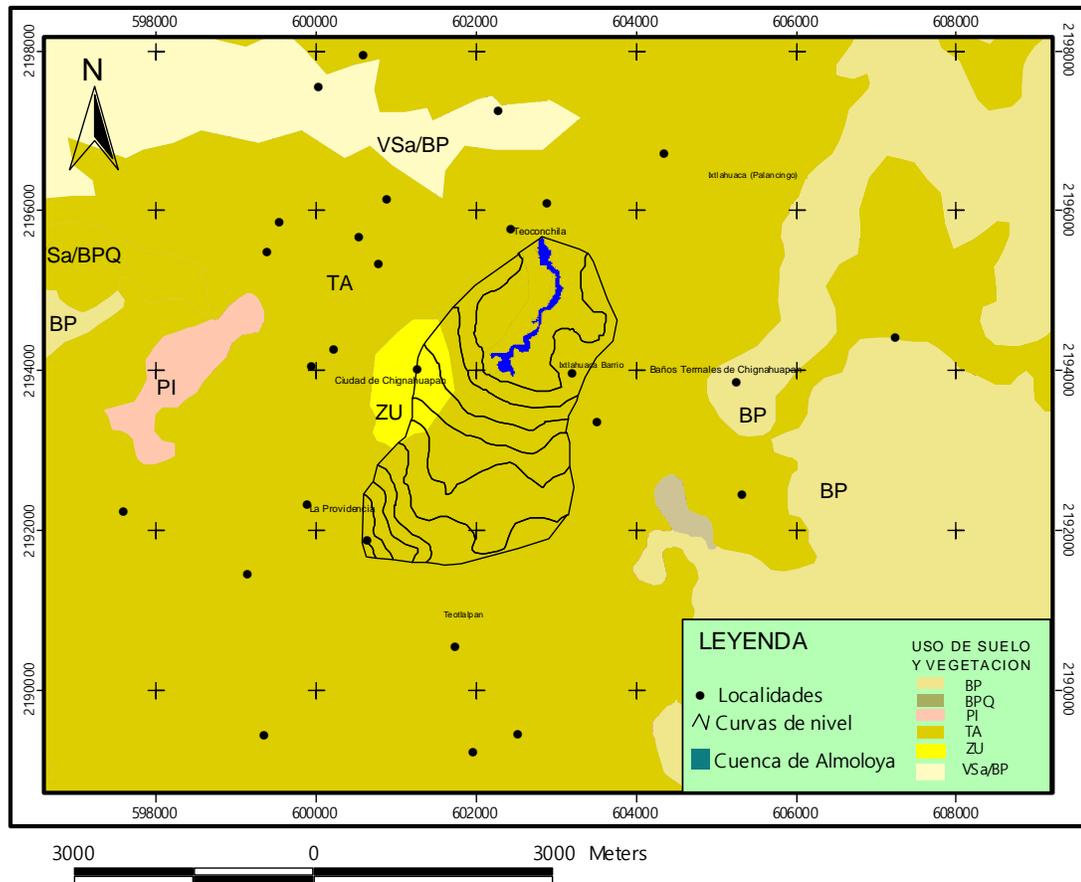
Bosque de encino.

El bosque de encino está constituido principalmente por especies de *Quercus* (encino) y *Pinus* (pino); son bosques por lo general bajos, con troncos delgados y de crecimiento lento y ocupan el 4.89 % de la superficie total del estado con 165 216.79 hectáreas. Se distribuye a lo largo de una franja climática norte-sur, que comprende las laderas occidentales de la Sierra Madre Oriental y el Eje Neovolcánico, además de pequeñas zonas sobre laderas y lomeríos pertenecientes a la Sierra Madre del Sur.

Pastizal inducido.

Los pastizales se caracterizan por presentar una vegetación dominada por herbáceas, principalmente gramíneas (pastos, zacates o gramínoideas). Se le encuentra en cualquier clima, pero principalmente en las regiones semiáridas del norte y en las partes más altas de las montañas (por arriba de los 4 000 metros). Casi todos los pastizales de México se emplean para la producción ganadera, casi siempre con una intensidad excesiva.

Otros pastizales fueron bosques o matorrales, y la acción del ganado y el fuego los mantienen en esta forma alterada. A éstos se les conoce como pastizales inducidos. (SEMARNAT, 2005). Éste uso de suelo se genera después de la perturbación que produce el hombre al abrir zonas donde la vegetación original era el bosque de pino-encino para sustituirlas por este otro tipo de comunidad y sostener así manadas de borregos en un régimen de ganadería extensiva. No suele presentar prominencias arbustivas ni arbóreas y cubre el sustrato casi en su totalidad, con una altura de 10 a 15 cm, y una disposición horizontal cerrada.



Carta 27. Uso del suelo presente en la cuenca de la laguna de Almoloya.

IV.2.2.2 Fauna.

El objetivo de analizar las comunidades faunísticas tanto terrestres como acuáticas en el presente estudio, es identificar la composición de poblaciones, para identificar aquellas que sean puedan ser utilizadas como indicadores biológicos y en su caso preservarlas como un recurso natural importante en un determinado ámbito geográfico.

Por lo anterior, esta etapa fue orientada a reconocer la composición faunística del lugar, así como orientar la identificación a especies con algún régimen de protección derivado de la normatividad nacional (NOM-059-SEMARNAT-2001) o internacional (Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre, etc.) y por último considerar a aquellas especies que serán afectadas por el establecimiento del proyecto aun no estando en algún régimen de protección especial.

Para identificar la composición faunística presente, primeramente, se realizó una revisión bibliográfica referente a la fauna reportada en la zona. Posteriormente se realizó un muestreo en el interior del sistema ambiental con el objetivo de confirmar la presencia de fauna reportada.

Como parte del muestreo de fauna se realizaron transectos en el sistema ambiental. Los transectos tuvieron una longitud de 50 metros de largo los cuales se recorrieron a una velocidad constante, buscando evidencia de la presencia de fauna como: excretas, huellas, espacios para nidación, madrigueras o senderos.

También se realizó un muestreo en los vasos de la Laguna de Almoloya, con el objetivo de identificar fauna acuática que pudiera verse afectada con el desarrollo del proyecto.

IV.2.3 Paisaje

La inclusión del paisaje en un estudio de impacto ambiental se sustenta en dos aspectos fundamentales: el concepto paisaje como elemento aglutinador de toda una serie de características del medio físico y la capacidad de asimilación que tiene el paisaje de los efectos derivados del establecimiento del proyecto.

La descripción del paisaje encierra la dificultad de encontrar un sistema efectivo para medirlo, puesto que en todos los métodos propuestos en la bibliografía hay, en cierto modo, un componente subjetivo. Es por ello que existen metodologías variadas, pero casi todas coinciden en tres aspectos importantes: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual.

La inclusión del paisaje en un estudio de impacto ambiental se sustenta en dos aspectos fundamentales: el concepto paisaje como elemento aglutinador de toda una serie de características del medio físico y la capacidad de asimilación que tiene el paisaje de los efectos derivados del establecimiento del proyecto.

La definición del paisaje presenta serias dificultades técnicas puesto que en la mayoría de las metodologías utilizadas se incluye un factor subjetivo o de apreciación que introduce un fuerte sesgo en la evaluación del paisaje, por otro lado la integración o evaluación del paisaje involucra elaborados métodos matriciales y cartográficos que abarcan amplias áreas, sin embargo en el presente caso el ecosistema de interés está perfectamente delimitado, lo que permite diferenciar claramente sus componentes, el análisis presentado se realiza con base en la micro localización del sitio, ya que el análisis de los componentes geológicos, litológicos y topográficos son relativamente homogéneos y los puntos geográficos en donde se presenta la inflexión o cambio se encuentran distantes del proyecto analizado, cabe aclarar que, como es de esperarse, muchos de los componentes que intervienen en la sustentabilidad o fragilidad del paisaje se encuentran precisamente en la parte alta de la cuenca paisajística, por lo que su análisis escapa a los alcances del presente estudio.

En este sentido, se identifican hasta tres unidades paisajísticas, en orden de importancia creciente la primera de ellas es la unidad urbana sus componentes son:

Mancha urbana con edificaciones de poca altura (uno y dos pisos) con salientes de edificios que prestan servicios propios de la actividad turística.

Su visibilidad es alta ya que se pueden apreciar la mayoría de estas características desde cualquier punto del sistema ambiental, siendo un punto focal el asentamiento humano correspondiente a la cabecera municipal de Chignahuapan. El fondo escénico está conformado por construcciones a la periferia de la laguna, principalmente en vaso uno, donde se tiene prestación de servicios turísticos directamente.

Vegetación constituida por pastizales, zona agrícola y caseríos aislados.

La segunda de las unidades paisajísticas se ubica en los márgenes del vaso 2 de la laguna y sus componentes visuales únicamente son zonas agrícolas, pastizales con algunas casas aisladas.

Ecosistema acuático constituido por vegetación y fauna acuática, se encuentra comprendido los dos vasos sin embargo su composición presenta significativas diferencias.

Finalmente, la tercera unidad paisajística se trata del paisaje compuesto por el agua de la laguna que en complementariedad con la vegetación y fauna acuática, aunque este paisaje se encuentra en los dos vasos de la laguna sus componentes son diferentes. En el vaso uno la vegetación acuática es sumergida, lo que aunque dificulta permite el tránsito de embarcaciones menores que son rentadas para paseos turísticos, así como pesca deportiva. Mientras que en el vaso dos la vegetación acuática también se encuentra suspendida, (lirio y tule), espacio que sirve como espacios de anidación y refugio de aves.

IV.2.4 Medio socioeconómico

De acuerdo con los datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía 2012, la población total del municipio de Chignahuapan es 57,909 habitantes los cuales representan un 1.01% de la Población total del Estado de Puebla. De la población total del municipio, 28,228 corresponden a hombres y 29,681 a mujeres, el número de mujeres es mayor para el municipio (INEGI 2010). La densidad de población es de 89 habitantes por km² en el municipio.

La estructura de la población en el municipio de Chignahuapan se muestra en la tabla 81, dando un 27.6% de la población total se concentra en las edades de 15 a 29 años, seguido por el rango de edad de 60 y más años que representa el 8.8% de la población (INEGI 2010).

Tabla 34. Estructura de la población en el municipio de Chignahuapan, Puebla.

Población	Chignahuapan	Puebla
Población total, 2010	57,909	5,779,829
Población total hombres, 2010	28,228	2,769,855
Población total mujeres, 2010	29,681	3,009,974
Porcentaje de población de 15 a 29 años, 2010	27.6	27.2

Población	Chignahuapan	Puebla
Porcentaje de población de 15 a 29 años hombres, 2010	26.8	27.1
Porcentaje de población de 15 a 29 años mujeres, 2010	28.3	27.3
Porcentaje de población de 60 y más años, 2010	8.8	9.0
Porcentaje de población de 60 y más años hombres, 2010	8.6	8.5
Porcentaje de población de 60 y más años mujeres, 2010	9.0	9.5

Fuente: INEGI, 2010

En la siguiente grafica se muestra la tasa de crecimiento promedio en el municipio de Chignahuapan en el periodo comprendido entre 1995-2000 fue de 6.2%, de 2000 a 2005 fue de 4.4% y del periodo 2005-2010 fue de 11.01% (INEGI 2010).

Gráfica 14. Población en el municipio de Chignahuapan.



Fecha	Datos
2010	57,909.00
2005	51,536.00
2000	49,266.00
1995	46,208.00

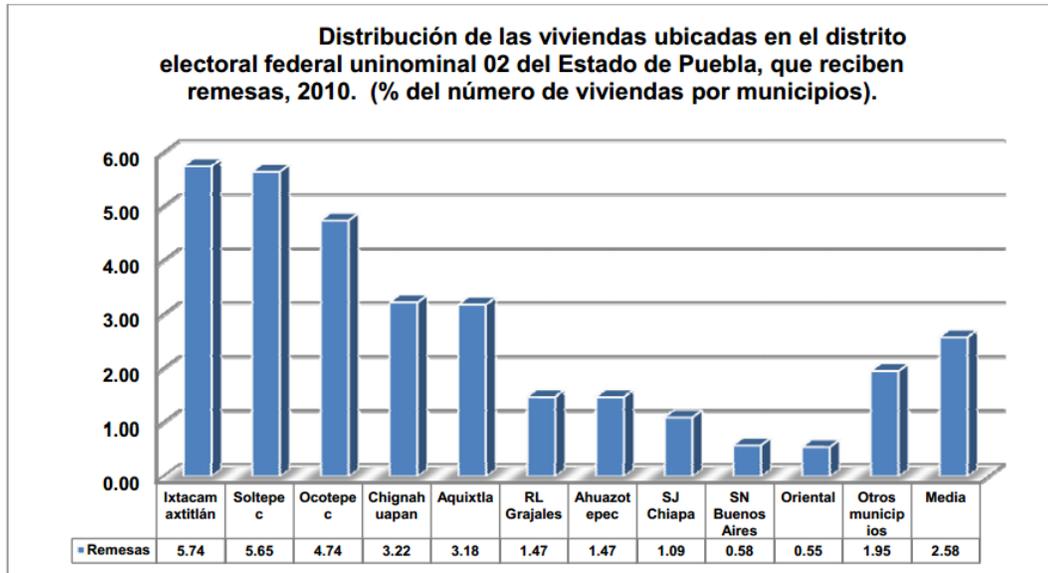
La proyección de la población 2006-2030 realizada por el Consejo Nacional de Población (CONAPO) indica que para 2030 la población del municipio de Chignahuapan será de 82,781 habitantes, lo que representará un aumento del 30% con respecto a la población actual (CONAPO, 2010).

Los índices de marginación, a nivel municipal son de -0.02126 para Chignahuapan, ocupando el lugar nacional 1201 respectivamente. El índice de marginación es una medida que permite medir las condiciones de pobreza y el rezago social (CONAPO, 2010).

Al no contar con los recursos necesarios para poder adquirir un desarrollo social y económico, el ciudadano de Chignahuapan tiende a emigrar, en busca de una mejor calidad de vida. Con los datos recolectados se pronostica un índice medio de migración, ya que las condiciones económicas, sociales y políticas, no son idóneas para el desarrollo económico.

El gobierno al no inyectar suficiente inversión para generar empleo provoca un estancamiento económico en este sector geográfico, ya que los trabajos otorgados a los ciudadanos no son remunerados idóneamente, trayendo como efecto el índice medio de migración.

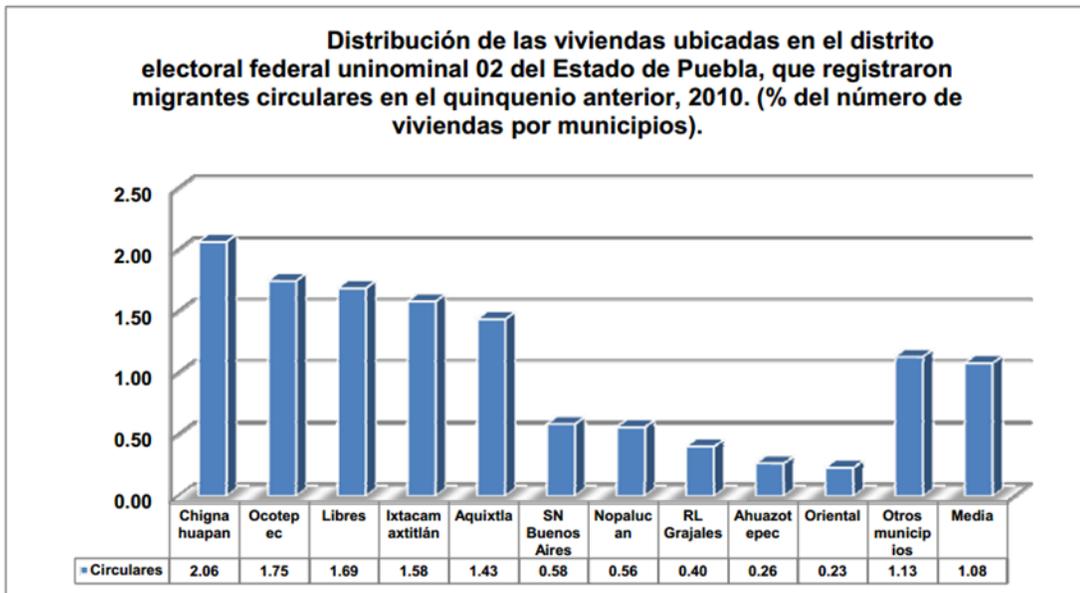
Chignahuapan tiene una tasa de viviendas con miembros de la familia que recibieron remesas con 3.22%.³



Gráfica 15. Distribución de las viviendas que reciben remesas, 2010.

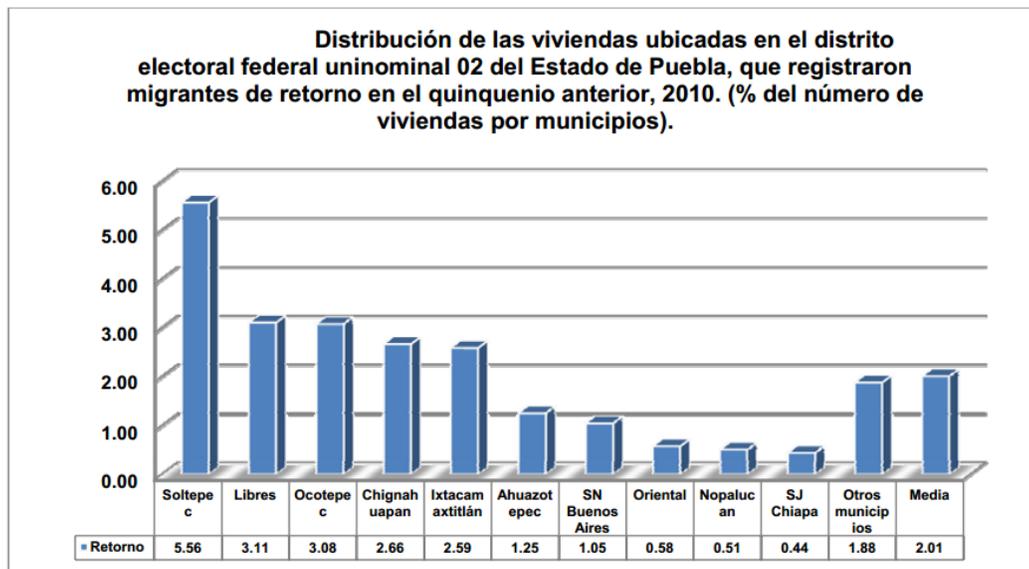
En la siguiente grafica se observa que el municipio de Chignahuapan registra la proporción más alta de viviendas donde habitan personas consideradas como migrantes circulares en el quinquenio anterior con 2.06%.

³ http://www.diputados.gob.mx/cedia/sia/se/ime/pue_ime.pdf



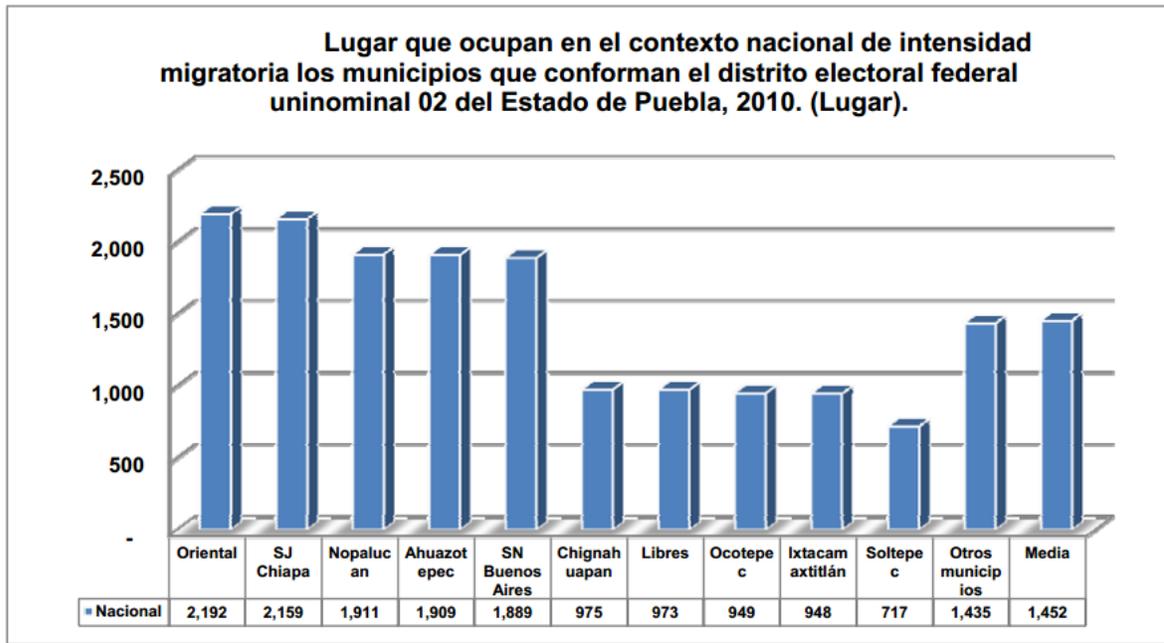
Gráfica 16. Distribución de viviendas que registraron migrantes circulares en el quinquenio anterior, 2010.

En la gráfica siguiente, se expone que el municipio de Chignahuapan registra una proporción de viviendas donde habitan personas consideradas como migrantes de retorno en el quinquenio anterior con 2.66 %.



Gráfica 17. Distribución de las viviendas que registraron migrantes de retorno en el quinquenio anterior, 2010.

La gráfica siguiente muestra que el municipio de Chignahuapan tiene un grado medio de intensidad migratoria ocupando el lugar 975 en el contexto nacional.



Gráfica 18. Lugar que ocupan en el contexto nacional de intensidad migratoria.

Por lo que en base a la información recabada se puede afirmar que el municipio presenta un grado **medio** de intensidad migratoria, esto en gran medida debido a la falta de oportunidades laborales que existen dentro del municipio, así como a las bajas remuneraciones recibidas por la ejecución de trabajos.

La población de 12 años y más en el municipio de Chignahuapan es de 32,591 habitantes, de los cuales 14,451 son económicamente activos; los hombres representan un 76.8% de esta población. La población ocupada es de 14,231 habitantes y el sector con mayor ocupación es el primario (Tabla 3).

Tabla 35. Población económicamente activa y ocupada por sector en el municipio de Chignahuapan.

Características	Cantidad (%)	
	Chignahuapan	
Población de 12 años y mas	32,591	41.38
Población Económicamente activa	14,451	40.32
Hombres	11,098	76.8
Mujeres	3,353	23.2
Población ocupada	14,231	40.13
Primario	5,607	39.4
Secundario	3,914	27.5
Terciario	4,497	31.6
No especificado	213	1.5

Fuente: INEGI, 2010

IV.2.5 Diagnóstico ambiental.

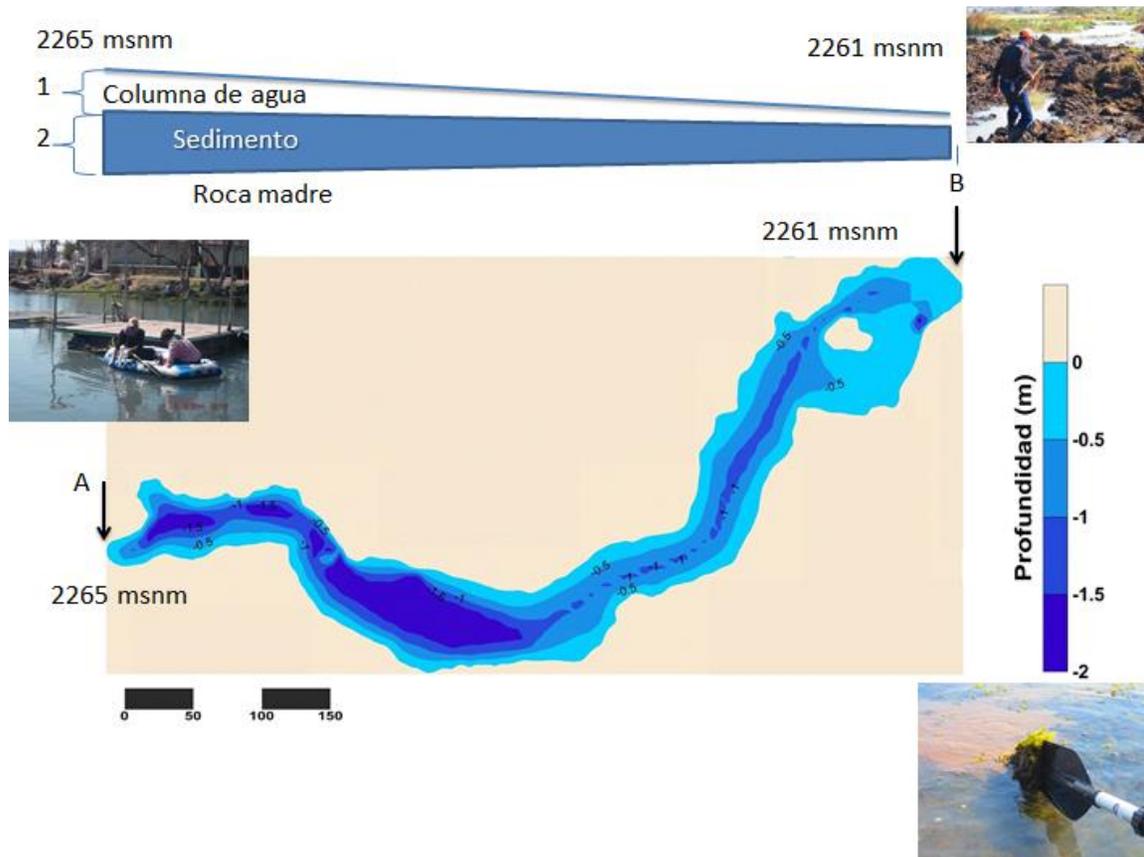
En este punto se realizará un análisis con la información que se recopiló en la fase de caracterización ambiental, con el propósito de hacer un diagnóstico del sistema ambiental previo a la realización del proyecto, en donde se identificarán y analizarán las tendencias del comportamiento de los procesos de deterioro natural y grado de conservación del área de estudio y de la calidad de vida que pudieran presentar en la zona por el aumento demográfico y la intensidad de las actividades productivas, considerando aspectos de tiempo y espacio.

Para realizar el diagnóstico ambiental se utilizó la sobreposición de los planos elaborados en las secciones IV.1 y IV.2. Se realizó el análisis de identificación de componentes relevantes o críticos con base en la sobre posición de planos que se pueden encontrar en las figuras correspondientes en cada apartado.

Geología.

El proyecto se localiza en el cuerpo de agua que se encuentra delimitado por presencia de roca en los márgenes de la laguna, sin embargo, esta se encuentra fuera de los vasos, que

a decir de los habitantes de la zona fue colocada en la formación de los vasos del cuerpo de agua.



Suelos.

El proyecto se encuentra ubicado sobre Lo Luvisol órtico, los Luvisoles son se desarrollan en material de textura media; los valores del pH presentan un patrón interesante, teniendo a variar de alrededor de 5.5 a 6.5 en el horizonte superior, disminuyendo alrededor de 4.5 a 5.0 en donde la arcilla llega al máximo. Luego hay un incremento constante en el material relativamente inalterado, en donde el pH puede llegar a más de 7.5, si es calcáreo.

Hidrología.

Las corrientes superficiales no serán afectadas puesto que todas las obras serán realizadas en áreas sin ninguna influencia de ríos o arroyos y en general de corrientes superficiales.

Vegetación.

El proyecto se encontrará suspendido en un cuerpo de agua, el tipo de vegetación que se encuentra en la periferia de este es uso urbano, la vegetación del vaso dos, donde se localizara el proyecto se encuentra compuesta por lirio, tule, lenteja de agua, y cola de zorra, las cuales son exóticas o nativas trasladadas.

Fauna.

En la zona donde se realizará el proyecto, la fauna, tanto terrestre, acuática y las aves será perturbada temporalmente debido a las actividades del proyecto, la perturbación se origina por la presencia humana y ruido, sin embargo no se alteran zonas importantes para su desplazamiento, reproducción y actividades de la fauna de la región ya que la zona de actividades se encuentra fuera de las áreas determinadas como relevantes, además actualmente el área donde se ubicará el proyecto tiene perturbación por actividad humana.

Socioeconómico

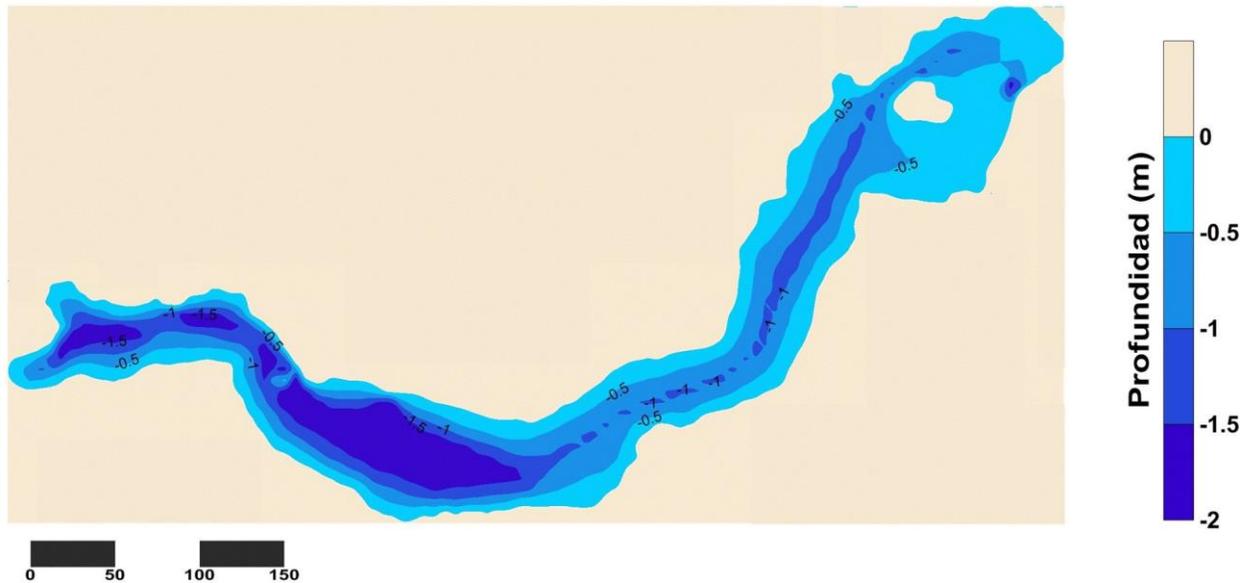
Las condiciones socioeconómicas de la zona indican un índice de marginación alto y muy alto, por lo que se busca que en la fase de operación del proyecto habrá un aumento en las capacidades productivas que vendrán a contribuir en el incremento positivo de los índices mencionados.

Por otro lado, y respecto al sector pesquero, el establecimiento del proyecto buscara realizar el cultivo y aprovechamiento de especies de interés comercial.

IV.2.6 Integración e interpretación del inventario ambiental.

El vaso donde estará ubicado el proyecto presenta una superficie del espejo de agua de **105510.87 m²** una anchura máxima de **178 m**, una longitud máxima de **515 m** y un volumen total de almacenamiento para **88323.44 m³**, la profundidad máxima fue de **1.25 m** con profundidad media de **0.84 m**.

En la siguiente tabla se muestran los valores de caracterización morfométrica del vaso 2 de la laguna donde estará ubicado el proyecto.



Gráfica 19. Batimetría del vaso 2 de la laguna.

Variable	Vaso 2
Superficie A	105510.87
Perímetro P	3549.72
Profundidad máxima Z_{max}	1.25
Profundidad media del lago Z m	0.84
Coefficiente entre las profundidades media y máxima	1.493
Volumen del lago (V)	88323.44
Longitud máxima del lago sin superficie terrestre L	515
Largo máximo (considerando el cruce con superficie terrestre)	1244.5
Ancho medio del lago W_m	204.87
Ancho máximo del lago W_{max}	178
Relación entre la longitud máxima y el ancho medio del lago L/W	2.51
Índice de desarrollo de costa DI	3.08
Área de la isla dentro del lago I_A	2450

De los valores de las variables e índices podemos concluir que los vasos de la laguna de Almoloya se encuentran alargados con poca profundidad lo que permite potencializar el desarrollo de las actividades acuícolas y pesqueras, ya que su escorrentía natural es por efecto de flujo gravitacional hacia el norte por lo que no presenta corrientes.

IV.2.5.1 Síntesis del inventario.

La vegetación del área de influencia del proyecto presenta elementos florísticos típicos de dasonomía urbana (cedro limón, ciprés panteonero, tulia, etc.). La flora acuática se encuentra compuesta principalmente de *Lemna gibba* y *Ceratophyllum demersum* y *Najas guadalupensis*), *Eichornia crassipes*, *Hydrocotyle ranunculoides* combinándose con otras especies en menor proporción como *Berula erecta*, *Juncus articus*, *Mimulus glabratus* que, a pesar de no ser dominantes, no se puede omitir su presencia en el cuerpo de agua.

Las acumulaciones de flora se encuentran muy localizadas y no se observan en todo el Vaso.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

El estudio de impacto ambiental es una herramienta para la toma de decisiones en la etapa de planeación, y no debe considerarse como un obstáculo para el desarrollo, ni como un tratado de ecología, sino como ayuda a un cuerpo ejecutivo para seleccionar de entre las alternativas de un proyecto, la que se estime más viable, en otros términos, ecológicamente sustentable.

Es fundamentalmente un instrumento de política ecológica que el gobierno aplica para imprimir un principio de control a toda obra pública o privada que suponga un riesgo a la salud humana, al ambiente y al capital de recursos naturales del país, y con ello, asegurar el equilibrio ecológico de una región dada.

Todos los efectos ambientales significativos, inclusive los beneficiosos, deben recibir atención. Aunque el término de “impacto ambiental” se ha interpretado en el sentido negativo, muchas acciones tienen efectos positivos significativos que deben definirse y discutirse claramente (generación de empleos, beneficios sociales, entre otros).

Con el fin de identificar y analizar los impactos ambientales que el proyecto podría provocar o agravar en el Sistema Ambiental, y en seguimiento a lo indicado en la Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental, se procedió de la siguiente manera.

- Se realizó la determinación del sistema ambiental y se analizaron sus componentes.
- Se revisó el resultado de los muestreos de flora y fauna realizados para el presente proyecto.
- Se realizó un análisis de los resultados de dichos muestreos, así como la información bibliográfica, la cartografía; así como el resultado de las visitas al sitio del proyecto.
- Se establecieron las principales actividades que componen el proyecto.
- Se creó una lista de indicadores de impacto sobre los que se presumen probables impactos derivados de las actividades principales del proyecto.

- Se analizaron las afectaciones potenciales, generados por las actividades del proyecto.
- Se hizo una estimación de las afectaciones potenciales en el sistema ambiental o área de influencia del proyecto sobre los indicadores ambientales.
- Se identificaron los impactos generados al realizar el proyecto en el área de estudio.
- Derivado de la naturaleza del impacto se propusieron diferentes medidas de prevención y mitigación para los diferentes impactos identificados.

V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.

Para evaluar los impactos ambientales producidos por el proyecto, se utilizó la metodología conocida como **Matriz de Leopold**.

La base del sistema es una matriz en el que las entradas, según columnas, contienen las acciones del hombre que pueden alterar el medio ambiente y las entradas, según filas, son las características del medio (Componentes Ambientales) que pueden ser alteradas.

Con las entradas en filas y columnas se pueden definir las relaciones existentes entre las actividades que se llevarán a cabo y el entorno en el que se pretende realizar el proyecto. Como el número de acciones que figura en la matriz son cien, y ochenta y ocho el número de efectos ambientales que se proponen con este método, resultan ocho mil ochocientas interacciones posibles, de las cuales, afortunadamente, sólo pocas son de interés especial.

Por otro lado, es necesario recordar que no todas las acciones se aplican en todos los proyectos, y que no todos los componentes ambientales afectables potencialmente son realmente susceptibles de ser modificados, con lo que la matriz de interacción se reduce notablemente, así como el número de interacciones, hasta el punto de permitir que la información que se obtenga de esta matriz sea manejable.

Además, de acuerdo con las características propias del proyecto, es posible que puedan agregarse otras acciones y parámetros que no estén contenidos en las listas de verificación sugeridas por el método.

El primer paso para el uso de la Matriz de Leopold consiste en la identificación de las interacciones existentes, para lo cual, se consideran todas las acciones (columnas) que pueden tener lugar dentro del proyecto en cuestión. A continuación, se requiere considerar todos aquellos Indicadores ambientales de importancia (filas), trazando una diagonal en la cuadrícula correspondiente a la columna (acción) y a la fila (componente) consideradas.

Los valores de la afectación van precedidos de un signo positivo (+) o negativo (-), según se trate de efectos en provecho o desmedro del medio ambiente, respectivamente, entendiéndose como provecho a aquellos componentes que mejoran la calidad ambiental.

La forma como cada acción propuesta afecta a los parámetros ambientales analizados se puede visualizar a través de los promedios positivos y promedios negativos para cada columna, que no son más que la suma de las cuadrículas marcadas cuya magnitud tenga el signo positivo o negativo respectivamente.

Con los promedios positivos y negativos no se puede saber qué tan beneficiosa es la acción propuesta; para definir esto, se recurre al promedio aritmético. Para obtener el valor en la celda respectiva, sólo basta multiplicar el valor de la afectación con la importancia de cada celda y posteriormente, adicionarlos algebraicamente según cada columna.

De igual forma, el mismo procedimiento que se siguió para cada columna debe hacerse para cada fila. En síntesis, para elaborar la Matriz de Evaluación de Impactos Causa- Efecto (Leopold), se siguen las siguientes etapas:

- Determinar el área a evaluar.
- Establecer las acciones que ejercerá el proyecto sobre el área.

- Determinar para cada acción qué elementos se afectan. (Esto se logra mediante el rayado correspondiente a la cuadrícula de interacción.)
- Establecer la importancia de cada elemento en una escala de 1 a 5.
- Determinar la magnitud de cada acción sobre cada elemento de en una escala de 1 a 5.
- Determinar el número de acciones del proyecto afectan al ambiente, desglosándolas en positivas o negativas.
- Cuantificar los impactos positivos y negativos.
- Establecer las sumatorias totales de los impactos.

Para generar la matriz se tomó en cuenta la información presentada en las siguientes páginas.

V.2 Actividades a realizar en el proyecto.

Preparación del sitio.

- b. Regularización del proyecto.⁴

Etapas de instalación.

- e. Armado de jaulas.
- f. Instalación de jaulas.
- g. Generación de empleos.
- h. Generación de residuos sólidos urbanos.

Etapas de operación y mantenimiento.

- j. Adquisición de alevines.
- k. Siembra y engorda de alevines.
- l. Alimentación.
- m. Realización de biometrías.

⁴ Obtención de permisos, licencias.

- n. Cosecha.
- o. Generación de empleos.
- p. Generación de residuos sólidos urbanos.
- q. Limpieza de las instalaciones.
- r. Aumento de la producción trutícola.

Abandono del sitio.

- b. Retiro de la infraestructura acuícola.

V.2.1 Acciones y factores.

En la tabla siguiente se muestran la relación de factores del medio más representativos:

Sistema	Subsistema	Componente ambiental
Medio físico	Medio abiótico	Atmósfera. Litósfera. Hidrosfera.
	Medio biótico	Flora y fauna acuática Flora y fauna terrestre
	Medio perceptual	Paisaje
Medio socioeconómico	Medio económico	Actividades humanas Derrama económica

Realizando una evaluación sobre el capítulo II, dado que los impactos identificados podrían ser significativos, se agruparán tomando como base las actividades del proyecto y los factores ambientales y socioeconómicos que son afectados directamente. Tomando en consideración las condiciones ambientales prevalecientes en la zona del proyecto, en relación con el capítulo IV. Descripción del Sistema Ambiental y Señalamiento de la Problemática Ambiental detectada en el Área de Influencia del Proyecto, se determinaron los efectos producidos por cada actividad – factor.

Los principales factores impactados por las actividades de la granja acuícola se presentan en la siguiente tabla:

Factores identificados		
Factores bióticos	Factores abióticos	Factores socioeconómicos
Flora	Atmósfera	Servicios
Cubierta vegetal terrestre.	Emisiones a la atmósfera.	Demanda de bienes y servicios.
Flora acuática.	Emisión de Ruido.	Calidad de vida
Fauna	Suelo	Generación de empleos (temporales y permanentes)
Fauna terrestre	Calidad del suelo	Producción acuícola
Fauna acuática	Estado del suelo	Economía local
	Agua	Medio Perceptual
	Cambios físicos en la calidad del agua	Paisaje
	Cambios químicos en la calidad del agua	

Con la información presentada con anterioridad, se realiza la matriz que relaciona los componentes ambientales con cada una de las actividades que componen al proyecto, aplicando una ponderación en función de la duración e intensidad (puede ser benéfico o adverso), lo cual se presenta en la siguiente tabla:

Los principales factores impactados por las actividades son:

Factores ambientales afectados			Acciones impactantes															Abandono del sitio	
			Preparación del sitio	Etapa de instalación				Etapa de operación y mantenimiento											
				a	a	b	c	d	a	b	c	d	e	f	g	h	i		a
Medio abiótico	Aire	Emisiones a la atmosfera																	
		Emisión de ruido		X															
	Suelo	Calidad del suelo			X	X									X				
		Estado del suelo			X	X									X				
	Agua	Cambios físicos							X	X							X		
		Cambios químicos							X	X							X		
Medio biótico	Flora	Cubierta vegetal terrestre																	
		Flora acuática						X											
	Fauna	Fauna terrestre																	
		Fauna acuática							X										
Medio perceptual	Medio perceptual	Paisaje			X														
Medio económico	Servicios	Demanda de bienes y servicios	X	X	X			X		X	X							X	
		Calidad de vida	Generación de empleos	X	X	X	X						X	X			X		X
	Producción acuícola											X					X		X
	Economía local												X						

V.2.2 Impactos generados.

Una vez establecidas las acciones e impactos que estos causan, se definirá un listado de cada impacto que se provoca en cada caso en particular.

Factores ambientales generados	Acciones impactantes al medio	Impactos provocados
Emisiones a la atmosfera.		No existen emisiones en ninguna actividad del proyecto.
Emisión de ruido	Armado de jaulas.	Probable incremento de los niveles de ruido presentes en la zona del proyecto.
Calidad del suelo	Instalación de jaulas. Generación de residuos sólidos urbanos.	Generación de residuos sólidos urbanos provenientes de las actividades cotidianas de los trabajadores.
Estado del suelo	Instalación de jaulas. Generación de residuos sólidos urbanos.	Probable cambio en las actividades realizadas en dichos sitios.
Cambios físicos en la calidad del agua	Siembra y engorda de alevines. Alimentación. Limpieza de las instalaciones.	Probable alteración de las características físicas del agua.
Cambios químicos en la calidad del agua	Siembra y engorda de alevines. Alimentación. Limpieza de las instalaciones.	Probable alteración de las características químicas del agua.
Cubierta vegetal terrestre		No existe alteración de la cubierta vegetal terrestre en la puesta en marcha, operación y mantenimiento del presente proyecto.
Flora acuática	Siembra y engorda de alevines.	Probable disminución de la flora acuática en la zona de dragar.
Fauna terrestre		No existen impactos en este factor ambiental.

Factores ambientales generados	Acciones impactantes al medio	Impactos provocados
Fauna acuática	Siembra y engorda de alevines.	Posible impacto a la fauna acuática por la fuga de organismos.
Paisaje	Instalación de jaulas.	Probable modificación de la naturalidad y el valor paisajístico.
Demanda de bienes y servicios	Regularización del proyecto Armado de jaulas. Instalación de jaulas. Adquisición de alevines. Alimentación. Realización de biometrías. Retiro de la infraestructura acuícola.	Aumento en el consumo de servicios por las personas involucradas directa o indirectamente en el proyecto.
Generación de empleo	Regularización del proyecto Armado de jaulas. Instalación de jaulas. Generación de empleos. Cosecha. Generación de empleos. Limpieza de las instalaciones. Retiro de la infraestructura acuícola.	Aumento en el nivel de empleo permanente por la ejecución del proyecto.
Producción acuícola	Cosecha. Aumento de la producción trutícola. Retiro de la infraestructura acuícola.	Incremento de la producción pesquera en la laguna, aumentando la facilidad de abastecimiento del mercado.
Economía local.	Generación de empleos.	Derrama económica por la ejecución del proyecto.

Los principales factores impactados por las actividades del presente proyecto son:

Etapa	Preparación del sitio	Etapa de instalación				Operación y Mantenimiento					Abandono del Sitio	Valoración Cuantitativa							
		a	b	c	d	a	b	c	d	e		f	g	h	i	a	Número impactos positivos	Numero impactos negativos	Sumatoria total de impactos
Medio abiótico																			
Aire																			
Emisiones a la atmósfera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Emisión de ruido	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1
Suelo																			
Calidad del suelo	0	0	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	-2	0	0	0	0	0	0	-4
Estado del suelo	0	0	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	-3
Agua																			
Cambios físicos	0	0	0	0	0	0	-2	-2	0	0	0	0	-2	0	0	0	0	0	-6
Cambios químicos	0	0	0	0	0	0	-2	-2	0	0	0	0	-2	0	0	0	0	0	-6
Medio biótico																			
Flora																			
Cubierta vegetal terrestre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flora acuática	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1
Fauna																			
Fauna terrestre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fauna acuática	0	0	0	0	0	0	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3
Medio perceptual																			
Paisaje	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1
Medio económico																			
Servicios																			

Construcción y Operación de la Granja Acuícola "Axolotl", Laguna de Chignahuapan, Chignahuapan, Puebla.

Etapa Actividad, ambiental	Factor	Preparación del sitio a	Etapa de instalación					Operación y Mantenimiento					Abandono del Sitio a	Valoración Cuantitativa					
			a	b	c	d	a	b	c	d	e	f		g	h	i	Número impactos positivos	Numero impactos negativos	Sumatoria total de impactos
Demanda de bienes y servicios		2	1	1	0	0	2	0	2	1	0	0	0	0	0	-2	9	-2	7
Calidad de vida																			
Generación de empleos		1	2	1	2	0	0	0	0	0	2	1	0	1	0	-1	10	-1	9
Producción acuícola		0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	-1	4	-1	3	
Economía local		0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	2	
Número de impactos positivos		3	3	2	2	0	2	0	2	1	4	3	0	1	2	0	25		
Número de impactos negativos		0	-1	-3	0	-2	0	-8	-4	0	0	0	-3	-4	0	-4		-29	
Total de impactos		3	2	-1	2	-2	2	-8	-2	1	4	3	-3	-3	2	-4			-4

A continuación, se presenta la afectación de las actividades desglosada por etapas:

Actividades	Valoración	Interpretación
Etapas: Preparación del sitio		
Regularización del proyecto	+3	Moderado
Etapas: Instalación		
Armado de jaulas	+2	No significativo
Instalación de jaulas	-1	No significativo
Generación de empleos	+2	No significativo
Generación de residuos sólidos urbanos	-2	No significativo
Etapas: Operación y mantenimiento		
Adquisición de alevines	+2	No significativo
Siembra y engorda de alevines	-8	Moderado
Alimentación	-2	No significativo
Realización de biometrías	+1	No significativo
Cosecha	+4	Moderado
Generación de empleos	+3	Moderado
Generación de residuos sólidos urbanos	-3	Moderado
Limpieza de instalaciones	-3	Moderado
Aumento de la producción trutícola	+2	No significativo.
Etapas: Abandono del sitio.		
Retiro de la infraestructura acuícola	-4	Moderado

A continuación, se presentan los impactos ambientales por componente:

Factor ambiental	Valoración	Interpretación
Medio abiótico		
Aire		
Emisiones a la atmosfera-	0	Sin incidencia
Emisión de ruido.	-1	No significativo.
Suelo		
Calidad del suelo	-4	Moderado
Estado del suelo	-3	Moderado

Agua		
Cambios físicos	-6	Moderado
Cambios químicos	-6	Moderado
Medio biótico.		
Flora.		
Cubierta vegetal terrestre.	0	Sin incidencia.
Flora acuática.	-1	No significativo.
Fauna.		
Fauna terrestre.	0	Sin incidencia.
Fauna acuática.	-1	No significativo.
Medio perceptual		
Paisaje	-1	No significativo.
Medio económico.		
Servicios		
Demanda de bienes y servicios	+7	Significativo
Calidad de vida		
Generación de empleos	+9	Significativo.
Producción acuícola	+3	No significativo.
Economía local	+2	No significativo.

Con lo anterior, se identificaron los impactos ambientales incidentes (ya sean benéficos o perjudiciales) al ambiente ocasionados por las distintas actividades en las diferentes etapas del proyecto; para lo cual se plantearán las pertinentes medidas de prevención y mitigación para reducir los impactos ambientales.

La valoración total obtenida del proceso de evaluación para las actividades planteadas por el proyecto es de **-4**, esto indica que el proyecto presumiblemente tendrá ligeros impactos ambientales, mismos que no son significativos, además estos impactos temporales pueden ser prevenibles y/o mitigables.

V.2.3 Matriz de importancia.

Una vez identificadas las acciones y los factores del medio que, presumiblemente, serán impactados por aquellas, la matriz de importancia permitirá obtener una valoración cualitativa.

A partir de la identificación de los impactos ambientales, se procede a su evaluación para de esta manera poder establecer medidas adecuadas, ya sean preventivas, de mitigación o en su caso de compensación. Los criterios y escalas de evaluación se muestran en la tabla siguiente. Dichos criterios fueron tomados de la metodología propuesta por Fernández-Vítora (1995) y son:

- Naturaleza (N).
- Intensidad (IN) (Grado de Destrucción).
- Extensión (EX) (Área de Influencia).
- Momento (MO) (Plazo de manifestación).
- Persistencia (PE) (Permanencia del Impacto).
- Reversibilidad (RV).
- Sinergia (SI) (Regularidad de la manifestación).
- Acumulación (AC) (Incremento Progresivo).
- Efecto (EF) (Relación Causa Efecto).
- Periodicidad (PR) (Regularidad de la manifestación).
- Recuperabilidad (MC) (Reconstrucción por medios humanos).

Con dichos criterios se identifica la importancia del impacto misma que está dada por la ecuación:

$$I = N (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

Donde I= Importancia del impacto.

Criterio	Descripción	Clasificación	Valor
Naturaleza	Hace referencia al carácter beneficioso o perjudicial de un impacto.	Beneficioso (+)	+1
		Perjudicial (-)	-1
Intensidad	Expresa el grado de incidencia de la acción sobre el factor, que puede considerarse desde una afección mínimo hasta la destrucción total del factor.	Baja (B)	1
		Media (M)	2
		Alta (A)	4
		Muy alta (MA)	8
		Total (T)	12
Extensión	Representa el área de influencia esperada en relación con el entorno del proyecto.	Puntual (Pu)	1
		Parcial (PA)	2
		Extenso (E)	4
		Total (T)	8
		Critico ⁵ (C)	+4
Momento	Se refiere al tiempo que transcurre entre el inicio de la acción y el inicio del efecto que esta produce.	Largo plazo (L)	1
		Medio plazo (M)	2
		Inmediato (I)	4
		Critico ⁶ (C)	+4
Persistencia	Se refiere al tiempo que se espera que permanezca el efecto desde su aparición.	Fugaz (F)	1
		Temporal (T)	2
		Permanente (P)	4
Reversibilidad	Característica que indica la posibilidad de que el componente ambiental afectado recupere su condición basa, en forma natural o mediante acciones.	Corto plazo (C)	1
		Medio plazo (M)	2
		Irreversible (I)	4

⁵ Si el área cubre un lugar crítico (especialmente importante), la valoración será cuatro unidades superior.

⁶ Si el impacto se presenta en un momento (crítico) la valoración será cuatro unidades superior.

Criterio	Descripción	Clasificación	Valor
Sinergismo	Refleja si el efecto del impacto provoca la generación de nuevos impactos.	Sin sinergismo (SS)	1
		Sinérgico (S)	2
		Muy sinérgico (MS)	4
Acumulación	Indica si el efecto del impacto se suma a los efectos de los otros elementos ambientales.	Simple (S)	1
		Acumulativo	4
Relación causa-efecto	Indica la vía de propagación del impacto.	Indirecto (I) (Secundario)	1
		Directo (D) (Primario)	4
Periodicidad	Refleja el grado de ocurrencia del impacto.	Irregular o aperiódico y discontinuo (I)	1
		Periódico (P)	2
		Continuo (C)	4
Recuperabilidad	Indica la posibilidad de que el elemento afectado alcance o mejore las condiciones originales mediante las medidas correctoras.	De manera inmediata (LN)	1
		A medio plazo (MP)	2
		Mitigable (M)	4
		Irrecuperable (4)	8
Importancia	Refleja la importancia del efecto del impacto ambiental.	Irrelevante	
		Moderado	
		Severo	
		Critico	

Tabla 36. Criterios de Evaluación de Impactos.

Cuyos términos serán descritos y presentados en la Tabla 36. En esa misma tabla se encuentran anotados los valores numéricos que se deben asignar a las variables, según la valoración cualitativa correspondiente. Cada impacto podrá clasificarse de acuerdo con su importancia (I) como:

- Irrelevante o compatible: $I \leq 25$
- Moderado: $25 \leq I \leq 50$
- Severo: $50 \leq I \leq 75$
- Crítico: $75 \leq I$

Los impactos ambientales identificados a partir de lo anterior, generados por las actividades se presentan a continuación:

Impacto ambiental significativo	Criterios de evaluación de impactos ambientales											Jerarquización del impacto		
	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC			
Probable contaminación auditiva derivado de la etapa de instalación de las jaulas flotantes.	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-13	Irrelevante
Probable incorporación de materia orgánica al cuerpo de agua debido a las actividades de siembra de alevines y alimentación.	-1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	-15	Irrelevante

Impacto ambiental significativo	Criterios de evaluación de impactos ambientales											Jerarquización del impacto	
	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
Probable afectación a la flora acuática debido al probabilidad de fuga de organismos.	-1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	2	-17	Irrelevante
Probable afectación a la calidad del suelo debido a la generación de residuos sólidos urbanos.	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-13	Irrelevante
Generación de empleos directos e indirectos en todas las etapas del proyecto.	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-13	Irrelevante
Derrama económica generada por la demanda de servicios y bienes durante todas las etapas del proyecto.	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	14	Irrelevante

Impacto ambiental significativo	Criterios de evaluación de impactos ambientales											Jerarquización del impacto	
	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
Derrama económica generada por la demanda de servicios y bienes durante todas las etapas del proyecto.	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	15	Irrelevante

Teniendo en cuenta los criterios anteriores, la valoración cualitativa se puede realizar con la siguiente clasificación:

- **Compatible:** Cuando la recuperación no precisa las medidas correctoras y es inmediata tras el cese de la actividad.
- **Moderado:** La recuperación de las condiciones iniciales requiere cierto tiempo y no se precisan medidas correctoras intensivas.
- **Severo:** La recuperación de las condiciones del medio exige la puesta en marcha de medidas correctoras intensivas y, a pesar de ello, la recuperación precisa de un tiempo dilatado.
- **Crítico:** La magnitud del impacto es superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida irreparable de las condiciones ambientales originales, incluso con la adopción de medidas correctoras intensivas.

V.2.4 Lista indicativa de indicadores de impacto.

La descripción de los impactos se describe a continuación:

Para el factor atmosfera:

Aire.

No existen impactos significativos en este rubro dentro de cualquier actividad contemplada en el presente proyecto.

Ruido.

La posible contaminación acústica durante la instalación de las jaulas pudiese ocasionar molestia entre los pobladores, sin embargo, se debe considerar que la zona del proyecto está alejada de núcleos de población importantes.

Para el factor suelo:

Suelo.

La posible alteración de la calidad del suelo estará sujeta por la actividad de generación de residuos sólidos urbanos⁷.

Para el factor agua:

Agua.

Este rubro puede verse alterado por la siguiente consideración:

- Pudiese existir una probable aportación de materia orgánica producto de actividades como: siembra de alevines, alimentación y limpieza de las instalaciones.

Para el factor flora:

La flora terrestre no va a ser afectada, no se removerán especies arbóreas ni especies que se encuentren bajo algún estatus de protección según la normatividad mexicana aplicable. Las especies que pudiese ser afectadas en gran medida son herbáceas en la zona en donde se armen las jaulas flotantes.

Para el factor fauna:

⁷ Existirá un impacto negativo en caso de no existir un manejo adecuado de estos residuos.

Construcción y Operación de la Granja Acuícola "Axolotl", Laguna de Chignahuapan, Chignahuapan, Puebla.

No existen impactos para la fauna terrestre dentro de cualquier actividad contemplada en el presente proyecto.

La fauna acuática pudiese ser afectada en caso de presentarse fugas de organismos, sin embargo, el tipo de jaulas a utilizar nulifica la posible fuga de organismos.

Paisaje.

Existirá una probable modificación de la naturalidad y el valor paisajístico. Esto no alterara las condiciones naturales prevaecientes en la zona del proyecto.

Medio socioeconómico.

El impacto socioeconómico será importante y benéfico, debido a la generación de empleos directos e indirectos que se generarán derivado de la puesta en marcha, operación y mantenimiento del proyecto.

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental.

La acuicultura en jaulas flotantes es una actividad que se viene desarrollando desde hace varios años mediante el uso de diferentes técnicas. Recientemente ha tomado auge debido a las ventajas económicas que presenta (Cedep, 2009). Los impactos de estas unidades de cultivo pueden afectar a los cuerpos de agua tanto por su presencia física, como por los cambios que pueden inducir en las características fisicoquímicas y biológicas del agua dependiendo del método de cultivo (extensivo, semiintensivo o intensivo) (FAO, 2011) y el funcionamiento del cuerpo de agua. Por lo que es necesario analizar el comportamiento del cuerpo de agua y las implicaciones de un proyecto como el del presente documento.

A continuación, se presentan las medidas de prevención y mitigación propuestas:

Tabla 37. Medidas de prevención y mitigación en el rubro de Ruido.

Etapa	Impacto ambiental identificado	Medidas de prevención y mitigación
Preparación del sitio	Probable generación ruido durante el ensamble de las estructuras de flotación.	Establecer horarios de trabajo adecuados para no generar molestia en la población intermitente existente.

Tabla 38. Programa de implementación de medidas en el rubro de Ruido.

Impacto Identificado	Medida planteada	Preparación del sitio
Probable generación ruido en la elaboración de jaulas.	Establecer horarios de trabajo adecuados para no generar molestia en la población intermitente existente.	Diariamente durante toda la etapa

Tabla 39. Medidas de prevención y mitigación en el rubro de Agua.

Etapa	Impacto ambiental identificado	Medidas de prevención y mitigación
Operación	<p>Posible incorporación de materia orgánica debido al uso del aprovechamiento acuícola.</p> <p>Posible alteración de la calidad del agua debido a actividades como: preparación de las jaulas, alimentación, eviscerado, y desinfección.</p>	<p>Se desarrollará y ejecutará un programa de alimentación con el objeto de evitar la sedimentación de alimento no consumido.</p> <p>Se establecerá un programa de monitoreo de la calidad del agua anual, dicho programa se ejecutará tomando como referencia la NOM-001-SEMARNAT-1996.</p> <p>Para evitar fuga de organismos se mejorará realizará supervisión y vigilancia del estado de las jaulas.</p>
Mantenimiento	Afectación a la calidad del agua debido a las excretas debido a la producción acuícola de la granja.	El impacto será permanente durante la operación del proyecto por lo que se ejecutará un programa de alimentación adecuado para evitar acumulación de alimento no aprovechado por los organismos.
Abandono del sitio.	Posible alteración de la calidad del agua debido a la limpieza general del área de trabajo.	El impacto será temporal durante el desarrollo de esta actividad, la posible alteración a la calidad del agua desaparecerá en cuanto se concluyan los trabajos.

Tabla 40. Programa de implementación de medidas en el rubro de Agua.

Impacto identificado	Medida planteada	Etapa		
		Operación	Mantenimiento	Abandono del sitio
<p>Posible incorporación de materia orgánica debido al uso del aprovechamiento acuícola.</p> <p>Posible alteración de la calidad del agua debido a actividades como: preparación de las jaulas, alimentación, eviscerado, y desinfección.</p>	Se desarrollará y ejecutará un programa de alimentación con el objeto de evitar la sedimentación de alimento no consumido.	Permanente durante el tiempo de vida del proyecto.		
	Se establecerá un programa de monitoreo	Vigilancia permanente		

Impacto identificado	Medida planteada	Operación	Etapa	
			Mantenimiento	Abandono del sitio
	de la calidad del agua anual, dicho programa se ejecutará tomando como referencia la NOM-001-SEMARNAT-1996.	para verificar su posible deterioro.		
Posible alteración de la calidad del agua debido a la limpieza general del área de trabajo.	El impacto será temporal durante el desarrollo de esta actividad, la posible alteración a la calidad del agua desaparecerá en cuanto se concluyan los trabajos.		.	En esta etapa el impacto ambiental adverso desaparecerá.

Tabla 41. Medidas de prevención y mitigación en el rubro de Suelo.

Etapa	Impacto ambiental identificado	Medidas de prevención y mitigación
Preparación del sitio	Erosión por el arrastre de la jaula en el fondo del cuerpo de agua	Suspensión de jaulas mediante adecuado sistema de flotabilidad para evitar el arrastre en el fondo.
Operación.	Probable afectación debido a la disposición inadecuada de los desechos generados en las actividades de eviscerado y disposición de residuos sólidos urbanos.	Los desechos sólidos y líquidos generados por las actividades antropogénicas serán manejados adecuadamente colocando contenedores adecuados para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos urbanos haciendo una separación en orgánicos e inorgánicos.
Mantenimiento.	Probable afectación debido a la disposición inadecuada de los desechos generados en las actividades de disposición de residuos sólidos	Se colocarán contenedores adecuados para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos

Etapa	Impacto ambiental identificado	Medidas de prevención y mitigación
	urbanos.	urbanos haciendo una separación en orgánicos e inorgánicos.

Tabla 42. Programa de implementación de medidas en el rubro de Suelo.

Impacto identificado	Medida planteada	Preparación del sitio	Etapa		
			Operación	Mantenimiento	Abandono del sitio
Erosión por el arrastre de la jaula en el fondo del cuerpo de agua	Suspensión de jaulas mediante adecuado sistema de flotabilidad para evitar el arrastre en el fondo	Todos los días mientras se realiza la introducción de las jaulas flotantes.	Los días en los que se realizaran maniobra en el área de jaulas flotantes.	En los periodos actividades de limpieza y mantenimiento de jaulas flotantes.	En la extracción de las jaulas flotantes.
Probable afectación debido a la disposición inadecuada de los desechos generados en las actividades de eviscerado y disposición de residuos sólidos urbanos.	Los desechos sólidos y líquidos generados por las actividades antropogénicas serán manejados adecuadamente, colocando contenedores para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos urbanos haciendo una separación en orgánicos e inorgánicos.		Se colectarán diariamente.		

Impacto identificado	Medida planteada	Preparación del sitio		Etapa	
		Operación	Mantenimiento	Abandono del sitio	
Probable afectación en la disminución de la fertilidad del suelo debido a las actividades de disposición de residuos sólidos urbanos.	Se colocarán colocando contenedores adecuados para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos urbanos haciendo una separación en orgánicos e inorgánicos.			Serán dispuestos semanalmente.	

VI.2 Impactos residuales.

El impacto residual es definido como aquel efecto que permanece en el ambiente, aún después de las medidas de mitigación. Prácticamente son aquellos impactos ambientales que no pueden ser mitigados, los cuales pueden ser benéficos o adversos. También aquellos que son adversos, pero reducidos en su magnitud por alguna medida de mitigación, aunque no eliminados; o bien que su efecto se suma a los efectos de impactos resultantes de acciones particulares simultáneas o preexistentes. Tomando en consideración lo anterior, se puede decir que los impactos residuales identificados en este proyecto es el aporte de carga orgánica por excretas, sin embargo, mediante la aplicación de un adecuado programa de alimentación, se prevé se encuentre muy por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en la normatividad ambiental.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1 Pronósticos del escenario.

Tomando en cuenta la información adicional que se incluyó en los capítulos anteriores, se realizó el pronóstico de los escenarios que se presentarán con y sin el proyecto.

VII.1.1 Escenario sin Proyecto.

Dadas las condiciones climatológicas que existen en la región, aunado con caudales de agua suficiente y con las características fisicoquímicas idóneas para el cultivo acuícola

En el caso de que no se realizara el proyecto, existe la probabilidad de que se establezca un sistema de producción acuícola y opere en la clandestinidad, y forma parte del universo de granjas que no están regularizadas en el estado y la región. Sin embargo, dada la cercanía de asentamientos humanos y las actividades turísticas que ya se realizan en el cuerpo de agua, es probable que en esta superficie se realicen actividades turísticas o eventos de pesca deportiva (torneos), para los cuales se realizan liberación mediante siembras de organismos de trucha (especie exótica), los cuales al no ser capturados en dichos eventos estarán en vida libre en el cuerpo de agua. Sin la realización del proyecto no existirá la posibilidad de ingresos ni de alimento rico en proteínas para los habitantes de la población y la región, esto porque no se generarían empleos directos e indirectos derivados de la actividad acuícola.

VII.1.2 Escenario con Proyecto

La trucha es una alternativa que se debe considerar como uno de los principales alimentos en alto contenido de proteínas dentro de la población. El consumo de carne de trucha por su alto valor nutricional debería alentar a la industria acuícola a desarrollarse para contribuir no solo con la economía local sino con la nutrición poblacional.

El desarrollo de la actividad acuícola en el estado se ha desarrollado exponencialmente, tan solo en la región de Sierra Norte de Puebla se estiman⁸ más de doscientas granjas operando, las cuales excepto unas operan en la clandestinidad, es decir, no cuentan con un resolutivo en materia de impacto ambiental ni de una concesión por el aprovechamiento del recurso hídrico.

El presente proyecto representa el esfuerzo de una acuicultura que tiene la firme intención de construir y operar un sistema suspendido de producción acuícola, la cual desde sus inicios se ha concebido como una de las primeras en la región en iniciar con los tramites en materia ambiental necesarios para poder ejecutar su proyecto; esto representa el ímpetu por mantenerse regular, a pesar de encontrarse en un contexto donde no existe el interés por regularizar sus procesos. Es necesario destacar que la acuicultura en esa región ha crecido apresuradamente, en gran medida, por el hecho de que existen condiciones óptimas (características de las especies, recursos medioambientales, condiciones de cultivo), situación aprovechada al máximo por los acuicultores para elevar su productividad, sin embargo es necesario destacar que gobiernos anteriores dotaron de paquetes tecnológicos a los productores con la finalidad de acrecentar el cultivo, dichos paquetes fueron entregados sin ningún tipo de regulación que permitiera a estos obtener los permisos necesarios para establecer su proyecto.

Por lo que construir, operar y mantener el sistema de producción acuícola en suspensión representa una alternativa de dotar de alimento rico en proteína a la población local y regional. Si bien es cierto que con la ejecución del proyecto, habrá una afectación causada por las actividades impactantes como se ha mencionado con anterioridad, es necesario resaltar que cumpliendo cabalmente con las medidas preventivas y de mitigación propuesta se pretende que los impactos ambientales identificados sean prevenidos y mitigados considerablemente.

⁸ No existe un dato preciso por la CONAPESCA.

Es por esto, que se considera pertinente que se lleven a cabo de manera adecuada, permitiendo así la viabilidad ambiental del proyecto.

En seguida se presentan los impactos encontrados, sus medidas de prevención y mitigación, y escenarios esperados con la aplicación de las medidas antes mencionadas para todas las etapas del proyecto.

Tabla 43. Pronósticos ambientales resultado de las medidas propuestas.

Etapa	Impacto ambiental identificado	Medidas de prevención y mitigación	Pronósticos ambientales
Ruido			
Preparación del Sitio	Probable generación ruido en la elaboración de jaulas.	Establecer horarios de trabajo adecuados para no generar molestia en la población intermitente existente.	Con el establecimiento de horarios de trabajo adecuados no se generará molestia a la población intermitente existente de la zona del proyecto.
Agua			
Operación	Posible incorporación de materia orgánica debido al uso del aprovechamiento acuícola. Posible alteración de la calidad del agua debido a actividades como: preparación de las jaulas, alimentación, eviscerado, y desinfección.	Se desarrollará y ejecutará un programa de alimentación con el objeto de evitar la sedimentación de alimento no consumido. Se establecerá un programa de monitoreo de la calidad del agua anual, dicho programa se ejecutará tomando como referencia la NOM-001-SEMARNAT-1996. Para evitar fuga de organismos se mejorará	Con la ejecución de Un programa de alimentación se evitará dar alimento excedente al que los organismos consumirán por lo que no habrá remanentes de alimento ni excremento en exceso. En los recorridos de supervisión y vigilancia del proyecto se verificará el estado de jaulas, así como la acumulación de materia orgánica en sus paredes

Etapa	Impacto ambiental identificado	Medidas de prevención y mitigación	Pronósticos ambientales
		realizará supervisión y vigilancia del estado de las jaulas.	
Mantenimiento	Afectación a la calidad del agua debido a las excretas debido a la producción acuícola de la granja.	El impacto será permanente durante la operación del proyecto por lo que se ejecutará un programa de alimentación adecuado para evitar acumulación de alimento no aprovechado por los organismos.	La ejecución del programa de alimentación evitara la acumulación por excretas. La revisión del estado de jaulas permitirá realizar actividades de mantenimiento adecuado.
Abandono del sitio.	Posible alteración de la calidad del agua debido a la limpieza general del área de trabajo.	El impacto será temporal durante el desarrollo de esta actividad, la posible alteración a la calidad del agua desaparecerá en cuanto se concluyan los trabajos.	Con el abandono del sitio se disminuirá la aportación de sedimentos al cauce natural.
Suelo			
Preparación del sitio	Erosión por el arrastre de la jaula en el fondo del cuerpo de agua	Suspensión de jaulas mediante adecuado sistema de flotabilidad para evitar el arrastre en el fondo.	Mediante el uso del adecuado sistema de flotación el impacto se espera no se presente y de hacerlo será temporal por lo que no habrá una afectación significativa.
Operación.	Probable afectación debido a la disposición inadecuada de los desechos generados en las actividades de eviscerado y disposición de residuos sólidos urbanos.	Los desechos sólidos y líquidos generados por las actividades antropogénicas serán manejados adecuadamente colocando contenedores adecuados para el almacenamiento	Con el almacenamiento y disposición adecuada de los residuos sólidos urbanos la calidad del suelo no se verá afectada.

Etapa	Impacto ambiental identificado	Medidas de prevención y mitigación	Pronósticos ambientales
		temporal de los residuos sólidos urbanos haciendo una separación en orgánicos e inorgánicos.	
Mantenimiento.	Probable afectación debido a la disposición inadecuada de los desechos generados en las actividades de disposición de residuos sólidos urbanos.	Se colocarán contenedores adecuados para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos urbanos haciendo una separación en orgánicos e inorgánicos.	Con el almacenamiento y disposición adecuada de los residuos sólidos urbanos la calidad del suelo no se verá afectada.

VII.2 Programa de Vigilancia Ambiental.

El presente programa de vigilancia ambiental tiene como objetivo principal establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas de mitigación incluidas en el presente estudio de impacto ambiental. Dicho programa debe incluir la supervisión de la acción u obra de mitigación, señalando de forma clara y precisa los procedimientos de supervisión para verificar el cumplimiento de la medida de mitigación, estableciendo los procedimientos para hacer las correcciones y los ajustes necesarios.

Metodología.

El cumplimiento a las acciones descritas se verificará a través de la supervisión ambiental diaria en las áreas donde se ejecuten las actividades.

Vigilancia.

- Se vigilará el cumplimiento de los términos y condicionantes emitidos para el desarrollo del proyecto.
 - Se revisará la apropiada aplicación de la normatividad y los ordenamientos jurídicos en materia de protección ambiental.
 - Se verificará el seguimiento de las medidas de prevención y mitigación propuestas en la MIA-P del proyecto.

- Se vigilará la ejecución de las acciones de cumplimiento propuestas en el presente programa.

Supervisión.

Se supervisará el cumplimiento de los términos y condicionantes emitidos por la SEMARNAT para el desarrollo de este proyecto y se vigilará la ejecución de las acciones de cumplimiento propuestas.

Para ello se realizarán recorrido periódicos en el área del proyecto y los frentes de trabajo.

El programa de vigilancia ambiental durante las diferentes etapas contemplará:

Etapa de preparación del sitio.

- Se implementarán riegos de auxilio en los sitios necesarios.
 - *Diariamente todo toda la etapa.*
- Se establecerán horarios de trabajo adecuados para no generar molestia en la población intermitente existente.
 - *Diariamente todo toda la etapa.*
- Se establecerán actividades de carácter selectivo para conservar un área mayor de superficie edáfica.
 - *Diariamente durante toda la etapa.*

Etapa de construcción.

- Se establecerán horarios de trabajo adecuados para no generar molestia en la población.
 - *Diariamente todo toda la etapa.*

- Los residuos sólidos urbanos serán depositados en el sitio de disposición final que determine el Municipio.
 - *Será realizado una vez a la semana durante todas las etapas del proyecto.*

- Se colocarán contenedores adecuados para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos urbanos haciendo una separación en orgánicos e inorgánicos.
 - *Los contenedores se mantendrán distribuidos en la zona del proyecto y estarán etiquetados en orgánico e inorgánico, el retiro de los residuos se realizará semanalmente.*

- Se reforestará con especies protectores y acompañantes.
 - *Al finalizar el establecimiento del proyecto.*

- Las jaulas e infraestructura del restaurante serán diseñados para no afectar el paisaje de la zona donde se encuentra el proyecto.
 - *Previo al inicio de los trabajos.*

Etapa de mantenimiento.

- Se colocarán contenedores adecuados para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos urbanos haciendo una separación en orgánicos e inorgánicos.
 - *Los contenedores se mantendrán distribuidos en la zona del proyecto y estarán etiquetados en orgánico e inorgánico, el retiro de los residuos se realizará semanalmente.*

Etapa de abandono del sitio.

- Se establecerán horarios de trabajo adecuados para no generar molestia en la población.
 - *Diariamente todo toda la etapa.*

VII.3 Conclusiones

Una vez analizada la información de la granja acuícola “Axolotl”, y tomando en cuenta el Sistema Ambiental, se puede determinar que no existen actividades que pudieran ocasionar una afectación grave al medio natural circundante. Por lo tanto, se considera bajo, el impacto que producirá su operación en este sitio, sin embargo, tomando en cuenta se deberá hacer un seguimiento a través del programa de vigilancia ambiental del cumplimiento de todas y cada una de las medidas de prevención y mitigación planteadas en el presente estudio.

Aunque se observan impactos hacia el medio natural, se considera que las medidas que se aplicarán para su mitigación evitarán el deterioro ambiental significativo.

Por lo expuesto en el cuerpo del presente documento se concluye que el proyecto es ambientalmente viable para su realización.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.

VIII.1 Formatos de presentación.

VIII.1.1 Fotografías.

Se presenta anexo fotográfico.

VIII.2 Otros anexos.

- Se anexa cartografía y documentos legales.

VIII.3 Glosario de términos.

Beneficioso o perjudicial: Positivo o negativo.

Bordo: Pueden ser pequeñas cortinas que producen el represamiento de un cuerpo de agua superficial con diversos fines.

Canal: Los canales son obras para conducción del agua captada, desde su fuente hasta el lugar de su aprovechamiento. Los canales pueden ser a cerrados, cielo abierto, sin revestir y revestidos de concreto.

Cárcamo de bombeo: Consiste en un depósito de agua para mantener un suministro constante a un sistema de bombeo.

Componentes ambientales críticos: Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios, fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna

categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

Componentes ambientales relevantes: Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.

Daño ambiental: Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

Daño a los ecosistemas: Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.

Daño grave al ecosistema: Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.

Dársena: Cada una de las partes interiores de un puerto de mar limitadas por los muelles y malecones (obra que se hace a orillas de los ríos o del mar para proteger éstas contra las aguas corrientes y el embate de las olas).

Desequilibrio ecológico grave: Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

Despedregado: Consiste en la eliminación de rocas grandes de un terreno.

Dique: Muro para contener las aguas fluviales o marítimas y regular el curso de éstas.

Duración: El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.

Escollera. Es un rompeolas constituido por un amontonamiento de rocas gruesas, coronado por bloques de hormigón y obra civil.

Especies de difícil regeneración: Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.

Espigón: Dique en forma de macizo, perpendicular a la orilla de un río o una playa, que sirve para regular el curso del primero o para proteger la segunda contra el oleaje y las corrientes del litoral.

Fluvial: Relativo o perteneciente a los ríos.

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Importancia: Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:

- a) La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.
- b) La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.
- c) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.
- d) La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.
- e) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

Irreversible: Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

Irrigar: Llevar agua a las tierras mediante canales, acequias, etc., regar.

Jagüey: Pozo o zanja llena de agua, ya artificialmente, ya por filtraciones del terreno.

Magnitud: Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Milla marina (o marítima): Teóricamente es equivalente a la distancia media que separa dos puntos de la superficie terrestre situados a igual longitud y cuya latitud difiere de un minuto de arco. Por acuerdo internacional, se le ha atribuido el valor convencional de 1852 m.

Muelle: Son obras que se realizan en la orilla del mar o de un río para consolidarla, permitir el atraque de los barcos y facilitar su carga y descarga.

Muro de contención: Su función es similar a la de un dique, que permite el represamiento de un cuerpo de agua o también para evitar el deslizamiento de suelo u otro material.

Naturaleza del impacto: Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

Obras de conducción: Son obras requeridas para transportar el agua captada, desde la fuente hasta el lugar de almacenamiento, regulación, tratamiento o distribución

Pluvial: Relativo a la lluvia.

Presa de almacenamiento: Estas presas, como su nombre lo dice, tienen la función de almacenar agua para ser un abastecimiento confiable del recurso agua a lo largo del año, específicamente en temporadas de sequía. Su función es múltiple y pueden ser útiles para irrigación de zonas agrícolas, para suministro a zonas industriales y urbanas y para producir energía eléctrica, principalmente. Se establecen interceptando el escurrimiento de un caudal permanente, de manera que se garantice el llenado de la presa de manera continua.

Presa derivadora: La función de estas presas es interceptar una corriente para elevar la columna de agua para poder así derivar el agua hacia otras zonas que requieren del recurso

e incluso para derivar a otras presas, sin necesidad de establecer sistemas de bombeo para llevar el agua a zonas más altas.

Presa de control de avenidas: La función de estas presas es la de evitar que las grandes avenidas que llegan a darse en temporada de lluvias puedan producir inundaciones en zonas agrícolas, urbanas, industriales, etc. al salirse los ríos de su cauce. Esta presa retiene temporalmente los grandes volúmenes de agua y permite su gradual escurrimiento aguas abajo, de manera controlada. Estas presas pueden establecerse a lo largo de un río para ir almacenando el escurrimiento y repartirlo entre varias de ellas.

Represa: Sinónimo de presa o de embalse.

Reversibilidad: Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

Rompeolas: Dique avanzado en el mar que se construye a la entrada de los puertos para que no penetre en ellos el oleaje.

Salmuera: Agua fuertemente cargada de sal, que puede resultar, por ejemplo, de la evaporación del agua del mar.

Sistema ambiental: Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

Subsoleo: Introducción de maquinaria para aflojar profundamente el suelo.

Tómbolo: Conjunto formado por lo que primitivamente era un islote y la lengua de arena que lo une al continente. Urgencia de aplicación de medidas de mitigación: Rapidez e importancia de las medidas correctivas para mitigar el impacto, considerando como criterios si el impacto sobrepasa umbrales o la relevancia de la pérdida ambiental, principalmente cuando afecta las estructuras o funciones críticas.

Varadero: Plano inclinado de madera o de concreto que se prolonga desde la orilla del mar hacia el fono y cuyo objeto es el de poder sacar a tierra las embarcaciones para repararlas o para otros usos, ya sea por medio de un cabrestante (especie de torno de tambor vertical para jalar o tirar de un cable), arrastrándolos por la quilla de la embarcación sobre postes, o si son mayores colocándolas sobre rieles.