

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

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

I.1 PROYECTO

I.1.1. Nombre del proyecto.

“Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco” (Control y Manejo de Tule)

I.1.2. Ubicación del proyecto.

Territorialmente el proyecto se desarrollará en distintas zonas de la Laguna de Tecocomulco, la cual se encuentra dentro de la jurisdicción de los municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec, en el Estado de Hidalgo.

Dentro de las principales localidades que destacan por su proximidad a la laguna encontramos a: San Miguel Allende, San Antonio Tecocomulco, Col. Agrícola y Ganadera Cocinillas, Tultengo, Vista Hermosa, Francisco Sarabia, Rinconada y Palo Hueco.

El código postal de la comunidad mas cercana a la Laguna de Tecocomulco es San Miguel Allende y su código postal es 43 980.

I.1.3. Superficie total del predio y del proyecto.

La laguna de Tecocomulco cuenta con una superficie aproximada de 1 769 ha; consta en declaración publicada en el Diario Oficial de la Federación del 22 de junio de 1951, marcando su límite con 86 monumentos.

El proyecto a desarrollar esta dirigido al corte y extracción de vegetación acuática conformada por tule, tanto de manera mecánica como manual, hasta alcanzar un nivel

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

óptimo en el funcionamiento de la Laguna de Tecocomulco, ya que actualmente se encuentra invadida una superficie aproximada de 1 340 ha, que representa un 73% del espejo de agua y que está ocasionando a su vez, problemas ecológicos.

Coordenadas geográficas y/o UTM.

Tabla 1 Coordenadas extremas del proyecto Control y Manejo de Tule.

Coordenadas Geográficas Extremas	
Latitud Norte	Longitud Oeste
10° 53' 20"	98° 21' 54"
19° 50' 08"	98° 25' 44"

I.1.4. Duración del proyecto.

De conformidad con las opiniones emitidas por los integrantes del grupo de trabajo de la mesa técnica "Manejo y Control de Tule en la Laguna de Tecocomulco", conformada por dependencias y organismos del sector gubernamental y no gubernamental (se anexan opiniones técnicas), la superficie total que se justifica técnicamente consiste en el corte y extracción de 608 ha de tule de la Laguna de Tecocomulco, que equivalen a un 45% de la superficie invadida por este tipo de vegetación acuática.

Derivado de ello, el proyecto global esta programado realizarse en dos periodos conforme a la siguiente tabla:

Tabla 2. Superficie por atender

Concepto	Superficie cubierta por tule (ha)	Superficie de atención (ha)		Total (ha)
		Año (2007)	Año (2008)	
Control y manejo de tule de forma manual y mecánica.	1 338	300	308	608

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Así mismo, para años posteriores (2009-2020) se contemplan acciones de mantenimiento tanto de manera mecánica, como manual, con la finalidad de contribuir a la restauración ecológica de la Laguna de Tecocomulco.

Por lo tanto, para el primer periodo 2007, la superficie considerada para el control y manejo de tule consiste en la atención de 300 ha, de las cuales 264 ha se harán en forma mecánica y 36 de manera manual, conforme al siguiente programa de actividades:.

Tabla 3.- Programa general de actividades

Actividades	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.- Organización con las comunidades												
2.- Adquisición de material y equipo												
3.- Entrega de material y equipo												
4.- Ejecución de corte mecánico												
5.- Ejecución de corte manual												
6.- Retiro y acamellonamiento de tule												
7.- Supervisión y seguimiento												
8.- Eventos de capacitación												
9.- Informe final												

Los trabajos mecánicos se realizarán a partir del margen de la laguna hacia el centro con una distancia aproximada de 290 m, cubriendo todo el contorno de la laguna.

La parte manual consistirá en la ampliación de senderos de navegación existentes, hasta alcanzar un ancho de 10 m por toda su longitud.



**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

I.2 PROMOVENTE.

I.2.1. Nombre o razón social.

Consejo Estatal de Ecología del Gobierno del Estado de Hidalgo.

I.2.2. Registro Federal de Causantes (RFC) del promovente.

Protegido por IFAI, Art.
3°. Fracción VI, LFTAIPG

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal.

"Protección de datos personales LFTAIPG"

I.2.4. RFC del representante legal.

Protegido por IFAI,
Art. 3°. Fracción VI,

I.2.5. Clave Única del Registro de Población (CURP) del representante legal.

Protegido por IFAI, Art. 3°. Fracción VI,
LFTAIPG

I.2.6. Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones.

P
r
o
t
e
g
i
d
o

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

- **Entidad federativa:** "Protección de datos"
- **Municipio o delegación:** "Protección de datos personales"
- Protegido por IFAI, Art. 3°. Fracción VI, LFTAIPG
- Protegido por IFAI, Art. 3°. Fracción VI, LFTAIPG
- Protegido por IFAI, Art. 3°. Fracción VI, LFTAIPG

I.3 RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

I.3.1. Nombre o razón social:

Consejo Estatal de Ecología

I.3.2. RFC:

Protegido por IFAI, Art. 3°. Fracción VI, LFTAIPG

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

"Protección de datos personales LFTAIPG"

- **RFC del responsable técnico de la elaboración del estudio:**

Protegido por IFAI,
Art. 3°. Fracción VI,

- **CURP del responsable técnico de la elaboración del estudio:**

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Protegido por IFAI, Art. 3°. Fracción VI,
LFTAIPG

- **Cédula profesional del responsable técnico de la elaboración del estudio:**

I.3.4. Dirección del responsable del estudio:

- **Protegido por IFAI, Art. 3°. Fracción VI, LFTAIPG**
- **Colonia:** Centro.
- **Protegido por IFAI, Art. 3°. Fracción VI, LFTAIPG**
- **Protegido por IFAI, Art. 3°. Fracción VI, LFTAIPG**
- **Protegido por IFAI, Art. 3°. Fracción VI, LFTAIPG**
- **Protegido por IFAI, Art. 3°. Fracción VI, LFTAIPG**
- **Protegido por IFAI, Art. 3°. Fracción VI, LFTAIPG**
- **Protegido por IFAI, Art. 3°. Fracción VI, LFTAIPG**

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

II.1. Información general del proyecto.

El proyecto global a desarrollar esta dirigido al corte y extracción de vegetación acuática de 608 ha conformadas por tule, tanto de manera mecánica como manual, que está invadiendo aproximadamente 1 340 ha de la superficie de la Laguna de Tecocomulco, que representa

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

un 73% del espejo de agua y que está ocasionando a su vez, problemas en su funcionamiento ecológico.

Para el primer periodo, se contempla el corte y extracción mecánica de 264 ha mediante un equipo acuático multifuncional especializado en las zonas mas densas y 36 ha de manera manual con brigadas de trabajo, en senderos de navegación.

El objetivo principal es contribuir de esta manera a la restauración ecológica del humedal, en donde los trabajos principales consisten en el corte dirigido y extracción de tule, tanto de manera mecánica como manual durante 5 meses, sin hacer cambios ni movimientos de suelo y por ende de sedimentos.

La forma general de operación del proyecto, consiste primeramente en el corte de tule y posteriormente la extracción y retiro del mismo, a través de barcas prefabricadas para depositarlo en sitios previamente seleccionados fuera de la laguna, en donde se le dará el manejo adecuado (apilamiento y oreo) para su posterior aprovechamiento en diversas actividades como son la agricultura, la ganadería y las artesanales.

II.1.1 Naturaleza del proyecto.

El proyecto consiste en la restauración ecológica de la Laguna de Tecocomulco, a través del corte y extracción de tule, el cual ha ocasionado procesos de invasión importantes en el cuerpo de agua. El trabajo se irá ejecutando tanto de manera manual como mecánica durante un periodo de 5 meses, que es el tiempo que se estima para el cumplimiento de las 300 hectáreas que se tienen programadas.

Por tratarse de un cuerpo de agua federal, compete a la Comisión Nacional del Agua su administración, sin embargo, por su importancia internacional, diversas instancias gubernamentales y no gubernamentales han estado participando en las diferentes acciones desde la planeación hasta su ejecución, para la restauración ecológica de la Laguna de Tecocomulco.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

En ese sentido, la Federación por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de la Comisión Nacional del Agua y el Ejecutivo del Estado de Hidalgo, celebraron en mayo del 2006 un Convenio de Coordinación (anexo), con el objeto de formalizar las acciones del programa “**Control de Malezas Acuáticas en Cuerpos de Agua de la Entidad**”, para impulsar el federalismo, mediante la conjunción de acciones y la descentralización de programas a la entidad y fomentar el desarrollo regional.

Por ello, el Gobierno del Estado de Hidalgo, a través del Consejo Estatal de Ecología, es la dependencia que se encarga de la ejecución del proyecto de Control y Manejo de Tule en la Laguna de Tecocomulco.

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

Fisiográficamente la Laguna de Tecocomulco se encuentra comprendida dentro de la provincia del Eje Volcánico Transversal. Hidrológicamente pertenece a la Región Hidrológica No. 26 del Río Pánuco, es un humedal que forma parte de la Cuenca hidrográfica de Valle de México.

El sitio se ubica en la parte sureste del Estado de Hidalgo, dentro de los municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, a una distancia de 46 km en línea recta del centro del humedal a la capital del Estado que es Pachuca de Soto. (Ver imagen 1)

Imagen 1.- Ubicación del proyecto

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**



La ciudad más cercana que concentra el mayor número de población es Ciudad Sahagún con 28,251 hab., representando el 1.2% de la población total del Estado (2,235,591 hab.), le sigue Apan con 25,119 hab. (1.1%), Cuautepec de Hinojosa con 15,697 hab. (0.7%) y Tepeapulco con 14, 171 hab. (0.6%), respectivamente.

Altitud.

La altitud sobre el nivel del mar promedio de la laguna es de 2 514.30 msnm.

II.1.3 Justificación y objetivos.

Justificación:

Es indudable que la presencia del tule (*Schoenoplectus californicus*) mantiene diferentes procesos ecológicos y biológicos para la continuidad de la vida en la Laguna, pero actualmente la cobertura y densidad de tule en la Laguna de Tecocomulco ha alcanzado niveles tales, que han ocasionado procesos de invasión, provocando con ello que la superficie se encuentre cubierta en alrededor de un 70 a 80% del espejo de agua, y por consecuencia ocasionando problemas en su funcionamiento ecológico, debido a las

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

condiciones hipóxicas y anóxicas que no son propias para la biota acuática. Asimismo, este tipo de vegetación acuática provoca fuertes demandas de absorción de agua en época de estiaje, sin dejar de mencionar que resta la belleza paisajística de la Laguna.

Por ello, se requieren realizar acciones de restauración ecológica, que permitan controlar el crecimiento e invasión de este tipo de vegetación acuática, con la finalidad de preservar este humedal Ramsar de importancia internacional.

Cabe destacar que existen diversas técnicas para reducir los niveles de invasión de tule en cuerpos de agua, entre las que destacan el corte, la extracción de raíz y el dragado, sin embargo, la que menor impacto genera al ecosistema acuático son los cortes selectivos, no obstante, se requiere de la programación subsecuente de acciones de mantenimiento en los próximos años, ya que esta práctica podría estimular de una manera acelerada la velocidad de crecimiento de la vegetación acuática en cuestión.

Objetivos:

Objetivo General

Instrumentar acciones de Restauración Ecológica en la Laguna de Tecocomulco, a través de un programa de control y manejo del Tule, que permita controlar su crecimiento e invasión dentro del espejo de agua, así como su aprovechamiento sustentable.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Objetivos Especificas

- Contribuir a la restauración ecológica de la Laguna de Tecocomulco, la cual contiene una comunidad importante de aves, anfibios, peces e insectos, (algunas especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001).
- Aumentar la superficie del espejo de agua de la Laguna, para mejorar su funcionamiento ecológico.
- Proteger el valor paisajístico, con el objeto de proporcionar y facilitar condiciones y medios para el desarrollo de actividades de educación ambiental, recreación y turismo.
- Generar alternativas de trabajo para los pobladores de bajos ingresos que habitan en las riberas de la Laguna, mediante la realización de cortes de tule, así como de su aprovechamiento forrajero y artesanal que permitan mejorar su calidad de vida.

II.1.4 Inversión requerida.

Para la instrumentación del proyecto de control y manejo de tule se tiene autorizado para el primer periodo (2007) un monto de **\$3'700,000.00 (Tres Millones de Setecientos Mil Pesos 00/100 M.N.)**, para el corte y extracción de 300 ha de tule, tanto de manera mecánica (264 ha), como manual (36 ha).

Dichos recursos financieros que fueron autorizados por la CONAGUA, se distribuirán de manera general para los siguientes conceptos (ver tabla 4 y desglose anexo):

Tabla 4.- Distribución de recursos financieros 2007.

Concepto	Unidad de Medida	Costo Unitario \$	Cantidad	Monto Total \$
Corte y extracción mecanizada	ha	9 931.82	264	2 622 000
Corte y extracción manual de tule	ha	12 693.33	36	456 960
Retiro y acamellonamiento de tule	ton	9.52	24 000	228 480
Adquisición de equipo y herramientas	Piezas	Varios	Varias	100 115

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Supervisión y seguimiento	Varias	Varios	Varias	246 445
Eventos de capacitación	Taller	23 000	2	46 000
Total				3 700 000

Cabe hacer mención que se tiene contemplada la continuidad del segundo periodo del proyecto en el ejercicio 2008, destinado para el corte y extracción de 308 ha de tule, con la finalidad de alcanzar la meta global trazada que es de 608 ha, para lo cual se estima un costo aproximado de **\$4'251,400.00 (Cuatro Millones Doscientos Cincuenta y Un Mil Cuatrocientos Pesos 00/100 M.N.)**, conforme a los siguientes conceptos (ver tabla 5 y desglose anexo):

Tabla 5.- Inversión estimada 2008.

Concepto	Monto Total \$
Corte y extracción mecanizada	327 600
Corte y extracción manual de tule	374 400
Adquisición de equipo y herramientas	3 217 800
Supervisión y seguimiento	331 600
Total	4 251 400

II.2. Características particulares del proyecto.

II.2.1. Características del proyecto

El presente proyecto se cataloga como un proyecto único en su tipo, ya que las acciones a desarrollar son de carácter ambiental, las cuales contribuirán a la restauración ecológica de la Laguna de Tecocomulco, además de que su ejecución no causará desequilibrios ecológicos ni rebasará los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la protección al ambiente y a la preservación y restauración de los ecosistemas.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

El proyecto contempla el corte y extracción dirigido de vegetación acuática conformada principalmente por tule, la cual presenta un fuerte problema de invasión en la Laguna de Tecocomulco, tanto de manera mecánica como manual, con lo que se espera contribuir a restaurar el funcionamiento ecológico de la laguna, ya que de acuerdo a la opinión de expertos y la comunidad científica, de no hacerlo se corre el riesgo de la desaparición de este humedal en el mediano plazo.

Los trabajos mecánicos se contemplan realizar con un equipo acuático multifuncional especializado, a partir de las márgenes de la laguna hacia el centro de la misma, cubriendo una franja de 290 metros en todo el contorno del cuerpo de agua, lo que sumará un total de 264 ha de tule ha ser cortadas y extraídas. La manera de operar del equipo a través de sus accesorios permite que no se generen impactos significativos al ecosistema acuático, es decir, el equipo solo se dirigirá a desprender las áreas seleccionadas con vegetación, sin remover sedimentos ni realizar acciones de dragado.

En cuanto a los trabajos manuales, estos están orientados a la ampliación de senderos de navegación, a través de brigadas de trabajadores, hasta alcanzar un ancho de 10 metros en toda su longitud, con lo cual se espera llegar a eliminar 36 ha de tule con problemas de invasión.

En razón de lo anterior, cabe hacer mención que desde el año 2006 se ha venido desarrollando un trabajo integral con enfoque de cuenca hidrográfica, mediante un diseño que contempla la restauración de las partes medias y altas de la misma. Dichas acciones conllevaron entre otras, a la reforestación de 450 ha, obras de conservación de suelo y agua en un total de 255 ha, además de realizar 49 km de brechas corta fuego, asimismo se han hecho las gestiones necesarias para proteger alrededor de 3,830.17 ha de Áreas Naturales que presentan un grado alto de conservación, mediante la expedición de Certificados de Preservación Ecológica de carácter Estatal.

La realización de este tipo de trabajos permitirá a mediano y largo plazo, evitar la pérdida de suelo de las partes altas y medias de la cuenca, así como el azolvamiento de la laguna. Por lo anterior, se programa continuar con la identificación de sitios con potencial para conservar, proteger y restaurar, mediante la participación activa de ejidatarios, pequeños propietarios, autoridades municipales y productores.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepéc de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Por su parte, en cuanto al proyecto de control manejo de tule, algunos de los mecanismos que se han utilizado para promover su importancia, son las reuniones de trabajo mediante mesas técnicas en donde se ha validado la propuesta de zonificación, así como la orientación de los trabajos que permitan devolverle no solo a la laguna, sino a toda la cuenca su funcionalidad biológica y ecológica que brinda distintos Servicios Ambientales a los habitantes de toda la región.

Para ello, se estableció una coordinación estrecha con los centros de Investigación Científica, ONG's y diferentes Sectores Productivos quienes han coadyuvado en la toma de decisiones, que permitan considerar el desarrollo sustentable de los recursos naturales en la región.

Teniendo en cuenta los razonamientos anteriores, con la ejecución del proyecto de control y manejo de tule se pretende contribuir a la restauración ecológica de la laguna, particularmente con la reducción de los niveles de invasión de este tipo de vegetación acuática, esperando tener un mejoramiento en su estructura, composición y funcionamiento ecológico de este ecosistema acuático.

II.2.2. Descripción de obras y actividades principales del proyecto.

Generalidades

De manera general el proyecto comprende para el primer periodo del 2007, cuatro grandes etapas, como se explican a continuación:

La primera de ellas consiste en la ubicación y selección de sitios donde se desarrollarán las acciones de corte y extracción de tule (zonificación), para lo cual se utilizó una imagen de satélite de alta resolución (ver imagen anexa) con la finalidad de determinar la operatividad de los trabajos. Dicha actividad se verá acompañada con verificaciones de campo que

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

permitan evaluar *in situ* las condiciones de los diferentes accesos a las áreas invadidas con tule.

La Segunda Etapa comprende tres procesos, los cuales consisten en a) Corte y extracción mecánica de Tule, b) Corte manual de Tule y c) Retiro de tule.

La Tercera Etapa consiste en la selección de predios aledaños a la laguna para la concentración y acopio de tule, para lo cual también se realizaron visitas de campo, a efecto de revisar las condiciones de los mismos, así como establecer contacto con los propietarios para gestionar con las autorizaciones correspondientes.

Finalmente en la Cuarta Etapa se efectuarán las actividades necesarias para el Manejo y disposición final del tule, existiendo algunas alternativas de aprovechamiento por parte de la población interesada, entre las que destacan: Uso agrícola (elaboración de composta), Uso ganadero (forraje para ganado mayor y menor) y Uso artesanal (fabricación de petates y cestos).

Es importante destacar que para iniciar los trabajos, se tomará como punto de partida el embarcadero donde se encuentra la zona de restaurantes perteneciente a la localidad de San Miguel Allende, en donde a partir de grandes cuadrantes previamente identificados, se ejecutarán las acciones en diferentes direcciones, lo que permitirá ingresar a las zonas con menor densidad y volumen de tule, facilitando con ello la ejecución de las mismas.

Particularidades

De manera mas detallada el proyecto se desarrollará conforme a los siguientes pasos

1^{er} Paso

Zonificación de la Laguna

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

1.- Mediante la sobreposición de una imagen de Satélite de alta resolución de la laguna y a través de la georeferenciación de diversos puntos registrados en recorridos de campo, se realizó el cálculo de la superficie total de la Laguna, así como la estimación de la superficie que se encuentra cubierta por tule (*Schoenoplectus californicus*) a efecto de identificar las áreas susceptibles para la eliminación de tule (ver mapa superficie invadida con tule anexo).

2.- Como resultado del proceso anterior la laguna se subdividió en cuadrantes de 100 ha cada uno, a los cuales se les asignó un número de identificación lo que permitió visualizar la estrategia operativa dentro de la laguna para el corte y extracción del tule. Cabe señalar que uno de los criterios que se consideró en este proceso fue la densidad y la cobertura del tule presente en la laguna (ver mapa de propuesta de manejo de tule anexo).

El método para la selección de las áreas a cortar fue a través de la creación de Buffers a distintas distancias sobre el margen de la laguna, mediante el empleo del Sistema de Información Geográfica (SIG), en donde se realizó el cruce con los cuadrantes subdivididos, ajustando a una longitud de 290 m, partiendo de los márgenes de la laguna hacia el centro, con lo que se obtuvo la superficie por cuadrante a cortar y extraer, la cual suma un total de 264 ha de tule por atender en este año de 2007.

3.- A partir de lo anterior, se partirá de las zonas menos densas y entreabiertas de tule hacia aquellas que por su cobertura dificultan el acceso para la operación mecanizada.

4.- Con la utilización de este método se estima realizar la poda de 1.76 ha de tule por día, lo que nos aproxima a un total de 52.8 ha por mes, cubriéndose 264 ha en un periodo de cinco meses, dependiendo de diversos factores como las propias condiciones topobatemétricas de la laguna y las climáticas que imperen durante el desarrollo de los trabajos.

2° Paso

a) Corte y extracción de Tule mecanizado

1.- El trabajo mecánico se desarrollará con un equipo acuático multifuncional para extracción de vegetación acuática denominada AquaRake, con una potencia de 170 H. P. con

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

cabezales intercambiables y grúa para colocación y retiro de equipo en la laguna (se anexan especificaciones técnicas) (ver Foto 1).



Foto 1.- Equipo Multifuncional AquaRake

2.- Para realizar el corte y extracción de tule con el equipo AquaRake, es necesario contar con una profundidad mínima de entre 30 a 50 cm, que permita a los propulsores dar mayor movilidad dentro del cuerpo de agua. Un punto importante a destacar es la multifuncionalidad del equipo la cual radica en el intercambio de cabezales, en caso de ser necesario, lo que facilitará el corte y acomodo de la vegetación extraída en barcazas para su retiro (ver Foto 2 y 3).



**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Foto 2.- Propulsores del AquaRake

Foto 3.- Intercambio de Cabezales

3.- Tomando como base la zonificación realizada en la primera etapa, los trabajos se realizarán partiendo de los márgenes de la laguna hacia el centro de la misma con una distancia de 290 m, es decir, de las partes menos densas hacia las de mayor cobertura (ver mapa anexo).

De manera inicial el corte y extracción de tule se realizará con un sentido norte-sur dentro de la laguna iniciando con los cuadrantes 1 y 25 disponiéndose el retiro del mismo hacia el predio T1. Posteriormente, se avanzará hacia los cuadrantes 2, 9 y 3 cuyo sitio de disposición es el señalado como T2 (ver mapa anexo).

Con el objeto de permitir tiempos para la rehabilitación de la superficie donde se este realizando movimiento de tule, la maquina se trasladará hacia los cuadrantes 4, 5 y 17 en la zona norte de la laguna para continuar el corte y extracción de tule en los mismos, cuyo predio para su disposición es el señalado como el T6.

Posteriormente, y siguiendo el sentido de las manecillas del reloj se continuarán los trabajos hacia los cuadrantes 18, 20, 6 y 22 disponiéndose de la vegetación extraída para su manejo en el predio T5.

Para los casos de los cuadrantes 15,14 y 19 se puede deducir que la densidad del tule es mucho menor (ver mapa anexo), lo que facilitara su corte y extracción de la laguna. El predio para su disposición es el definido como T5.

Siguiendo el mismo sentido Norte-Sur, se continuará con el trabajo en los cuadrantes 26 y 10 cuyo predio de disposición es el T4. Finalmente, se concluirán los trabajos en los cuadrantes 9, 8 y 7 disponiendo la maleza acuática en el predio T3.

Como puede observarse en el mapa anexo, los cuadrantes 12 y 13 no presentan invasión de tule de acuerdo a la zona buffer planteada para esta primera etapa (2007) de retiro de tule, por lo que no se desarrollaran trabajos en los mismos.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

4.- Mediante el sistema mecanizado se adaptará al equipo un accesorio con el cual se realizará el corte y extracción de tule. Dicho equipo cuenta con un brazo hidráulico con un movimiento de 180° y un alcance en su extensión de cuatro metros de longitud, facilitando con ello la colocación del tule cortado y extraído en barcazas, y así continuar subsecuentemente con las áreas contiguas. Durante el desarrollo de este trabajo, se considera contar con el apoyo de 2 personas que vayan al frente del equipo, a efecto de que estén atentas para ahuyentar a la fauna presente, así como en la identificación de la presencia de fauna acuática que este en riesgo de ser afectada, y que amerite ser rescatada y reubicada a otro lugar con características similares.

5.- Para realizar el traslado del tule cortado y extraído a los sitios dispuestos para su acopio y concentración, se contará con el apoyo de 2 barcazas prefabricadas, mismas que estarán formadas en línea, esperando ser cargadas con la vegetación acuática.

Conforme se vayan llenando, una por una, se procederá a su conducción a los sitios de disposición de manera continua, buscando en todo momento que no se presenten tiempos muertos para el equipo multifuncional, es decir, en tanto una se traslada y regresa del sitio de disposición, la otra estará siendo cargada con la vegetación acuática.

Para estas actividades, se contempla el apoyo de 8 trabajadores conformados en 2 cuadrillas de cuatro personas cada una, las cuales darán apoyo en las barcazas para el retiro de tule. Dicha actividad consistirá en el acomodo de tule con rastrillos y bieldos dentro de las barcazas y proceder a su traslado hacia las orillas de la laguna para su acopio en los sitios seleccionados.

6.- Una vez trasladado el tule hacia la orilla, se procederá a su conducción en los sitios seleccionados mediante la utilización de remolques que serán cargados por 1 grupo de trabajadores conformados por 4 personas, apoyados con herramientas como bieldos, rastrillos y lazos que permitan asegurar los volúmenes de tule cargados.

Una vez transportado el tule cortado al sitio, se procederá a descargarlo y apilarlo de tal forma que se pueda ir volteando durante varios días para su deshidratación adecuada. Esta actividad se considera que la pueda efectuar un grupo de trabajadores integrado por 4

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

personas que deberán estar ubicados en los diferentes sitios en donde se vaya depositando la vegetación cortada y extraída.

Tabla 6.- Mano de Obra considerada (corte y extracción mecánica)

Actividad a Desarrollar	Unidad de Medida	No. de Cuadrillas	No. Personas por Cuadrilla	Total de Personas
Supervisión, identificación y reubicación de fauna.	Cuadrillas	1	2	2
Retiro de tule (parte mecánica)	Cuadrillas	2	4	8
Acondicionamiento de tule en sitios de disposición temporal.	Cuadrillas	1	4	4
Total				14

b) Corte y extracción de Tule manual (Ampliación de Senderos de Navegación)

De manera alterna con el corte mecánico, se dará mantenimiento y se ampliarán los senderos existentes en la laguna en forma manual, ya que la función de los mismos es permitir la navegación con fines turísticos, pesca y caza dentro de dicho cuerpo de agua. Dicha actividad se realizará con el apoyo de 48 trabajadores siguiendo el mismo esquema de la parte mecánica para el retiro de tule, pero con la característica de utilizar dos barcazas en

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

canales y senderos diferentes que serán atendidas mediante dos cuadrillas de 4 personas cada una.

Los trabajos manuales se desarrollarán a bordo de pequeñas embarcaciones, a través de cuadrillas de trabajadores, quienes se encargarán de ampliar los senderos de navegación que existen en la laguna, hasta alcanzar 10 metros de ancho en toda su longitud. Es decir, los trabajos de corte y extracción de tule para la ampliación de los senderos se realizará a través de 6 cuadrillas de 6 personas cada una tomando como base el ancho de los mismos y aperturando hasta 10 metros de ancho en toda su longitud y con ello facilitar tanto la navegación por parte del turismo y pescadores, así como la recirculación del agua en la laguna. Para ello, se utilizarán diversas herramientas tales como machetes, guadañas, bieldos, rastrillos y cuchillas especiales de fabricación casera (ver Foto 4), mediante las cuales se realizarán las acciones de corte y extracción del tule, para su posterior retiro.



Foto 4. Herramientas para trabajo manual

2.- Con la utilización de este método se estima realizar la poda de 0.24 ha de tule por día, lo que nos aproxima a un total de 7.2 ha por mes, cubriéndose 36 ha en el periodo de cinco meses, dependiendo de diversos factores, como las condiciones climáticas que imperen durante el desarrollo de los trabajos (anexo estimación).

Cabe señalar que también se incorporará un grupo de trabajadores integrado por 4 personas, quienes se deberán de encargar de hacer los señalamientos correspondientes de

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

los sitios donde se efectuarán los trabajos manuales y mecánicos, así como de supervisar diariamente el avance de los mismos.

Tabla 7.- Mano de Obra considerada (corte y extracción manual)

Actividad a Desarrollar	Unidad de Medida	No. de Cuadrillas	No. Personas por Cuadrilla	Total de Personas
Acondicionamiento de tule en sitios de disposición	Cuadrillas	1	4	4
Retiro de tule (parte manual)	Cuadrillas	2	4	8
Corte y extracción manual	Cuadrillas	6	6	36
Total				48

Durante el desarrollo de los trabajos, tanto mecánicos, como manuales, se realizarán reuniones periódicas a efecto de evaluar los avances y contratiempos de los trabajos realizados, así como las dificultades no previstas en la operación del programa, para realizar una prospección que permita dimensionar los alcances con la ejecución del proyecto.

Para el manejo del tule cortado y extraído de la laguna, se requiere de seis predios amplios (aproximadamente de 3 ha cada uno), limpios y bien nivelados cercanos al humedal y ubicados estratégicamente en las localidades de San Miguel Allende, Cocinillas, San Antonio Tecocomulco, Vista Hermosa y Tultengo en donde se depositará y almacenará, de manera paulatina. Para ello, se ira acamellonando a una altura promedio de 2 metros, utilizando bieldos y rastrillos, a efecto de ir formando los camellones e ir volteando con periodicidad el tule extraído, para evitar su descomposición y lograr una deshidratación adecuada que

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

permita la fabricación de artesanías, la elaboración de composta para suelos agrícolas pobres en materia orgánica y para preparar forraje destinado a ganado bovino y ovino de la región.

Es importante señalar que durante toda la ejecución de los trabajos, se tendrá especial cuidado en no afectar a las diferentes especies faunísticas que ahí radican.

Para la ejecución de dichas acciones se contemplan 5 fases: 1) Selección de predios, 2) Organización de Grupos, 3) Adquisición de Herramientas y equipo, 4) Arrendamiento de Lanchas y 5) Seguimiento y Evaluación.

Fase 1 (Selección de Predios)

- A. **Concertación de Reunión.-** Se establecerá contacto con los representantes ejidales, a efecto de acordar una reunión y explicar los objetivos del programa y las necesidades de predios para el manejo de tule. Para realizar lo anterior, se propondrán como sedes: El restaurante El Embarcadero, los Auditorios de San Miguel Allende, Cocinillas y San Antonio Tecocomulco.
- B. **Reunión con representantes Ejidales.-** Durante el desarrollo de la reunión se explicaran los motivos de la misma y de los requerimientos para colocar el tule que se corte y extraiga de la laguna.
- C. **Recorridos de Campo.-** Derivado de la reunión se prevé la necesidad de realizar recorridos de campo, a efecto de ubicar y seleccionar los predios más cercanos a la laguna que permitan el deposito de tule, así como la identificación del propietario y gestión de su permiso.
- D. **Préstamo de Predios.-** Una vez identificados los predios, se procederá a celebrar un acuerdo de préstamo con los propietarios de los predios, para almacenar el tule cortado y extraído.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Fase 2 (Organización de Grupos de Trabajo)

- A. **Reunión con Representantes y prestadores de Servicio.-** Se realizará una reunión con Representantes Ejidales, Organizaciones pesqueras, Turismo Náutico, Restauranteros y Comisión de Cuenca, con el objeto de exponer los trabajos manuales y de la necesidad de mano de obra para la realización del corte y extracción del tule.
- B. **Formación de Cuadrillas.-** Una vez identificado el personal para el desarrollo del corte de tule, se formarán 8 cuadrillas de trabajo, integradas por 6 personas cada una nombrando jefes de grupo para la organización y supervisión de los trabajos asignados.
- C. En esta parte, se les informará sobre las condiciones de trabajo y los sueldos que percibirán cada una de las personas que se integren en los grupos de trabajo.
- D. **Recorridos dentro de la Laguna.-** Una vez formadas las cuadrillas, junto con los responsables de las mismas se realizarán recorridos dentro de la laguna para identificar los sitios y extensiones de tule a ser cortados diariamente por la cuadrilla.

Fase 3 (Adquisición de Herramientas y Equipo)

- A. **Adquisición.-** Previo a la ejecución de los trabajos y logística de la actividad, se realizarán las compras de material y equipo necesario para el corte de tule.
- B. **Entrega.-** Una vez adquirida la herramienta y el equipo necesario, se procederá a la entrega a cada una de las cuadrillas para el desarrollo de los trabajos de corte de tule.

Fase 4 (Arrendamiento de Lanchas)

- A. 1.- De acuerdo al número de cuadrillas, se contactará a la organización de servicios náuticos y grupos de pescadores, a efecto de solicitar su apoyo a través de la renta de 4 lanchas, para la ejecución de los trabajos de corte y extracción de tule, así como para su apilamiento en los predios seleccionados.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Fase 5 (Seguimiento y Evaluación)

- A. **Inspección de trabajos.-** Durante la ejecución de los trabajos se realizarán recorridos diarios por la laguna, para la inspección de avances en el corte del tule.
- B. **Reuniones de Evaluación y Seguimiento.-** Se realizarán reuniones semanales ordinarias y las extraordinarias necesarias con los jefes de grupo de las cuadrillas, para evaluar los avances de corte de tule, así como para resolver imprevistos que se presenten durante la ejecución de los trabajos.
- C. **Entrega de reportes.-** Mensualmente se entregará un reporte donde se informarán los avances realizados en la corta de tule, es decir la superficie en metros cuadrados o hectáreas realizadas.
- D. **Conclusión del Programa.-** Al finalizar el período que se tiene contemplado para la ejecución de los trabajos, se tiene que integrar un informe final que incluya las metas físicas y financieras alcanzadas.

c) Consideraciones Técnicas

Dentro de este apartado, es importante señalar que durante la parte operativa de los trabajos es posible que se presenten perturbaciones tanto a la fauna como a la flora que radica en este ecosistema, por lo que es necesario señalar algunas consideraciones técnicas que se prevén realizar de manera inicial para efectuar los trabajos:

- Al inicio de cada jornada de trabajo, pero sobre todo en la parte mecánica, las personas designadas para tal fin, procederán a emitir sonidos con silbatos con la finalidad de ahuyentar a las aves y diferentes especies faunísticas que pudieran encontrarse dentro del tule, y así poder dar inicio al corte y extracción del mismo.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepéc de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

- Previo a la introducción de la maquina, se realizarán recorridos por la laguna en lancha, con el objetivo de verificar de manera inicial la presencia de nidos y polluelos, en su caso rescatarlos en lugares previamente acondicionados con ayuda de personal calificado.

Para ello, en el caso de encontrar nidos con huevecillos o crías de aves, los trabajadores procederán primeramente a impregnarse las manos con plumas y guano de las mismas aves, a efecto de poder tomar y trasladar a las zonas de mayor densidad de tule que no serán cortadas, los nidos o polluelos. El objetivo de esta practica es reducir al máximo los porcentajes de mortandad que se puedan presentar.

- Una Cuadrilla integrada por dos personas en lancha, verificará en todo momento la presencia de algún nido y/o polluelos con la finalidad de avisar o interrumpir en ese momento los trabajos de poda mecánica e iniciar su rescate y reubicación. Para ello, se buscará el apoyo de especialistas de la UAEH y la UNAM a través de alumnos de servicio social, así como de DUMAC, quienes darán atención a dichas especies para su cuidado y conservación.

Por lo anterior, hay que tomar en cuenta que la Laguna de Tecocomulco específicamente, representa un lugar de anidación, reproducción, crianza y descanso de 42 especies de aves acuáticas migratorias de invierno, provenientes del sur de Canadá y norte de Estados Unidos, por lo que estas aves empiezan a llegar a La Laguna en la primera quincena del mes de septiembre, permaneciendo hasta finales del mes de marzo, por lo que durante el periodo propuesto para realizar el corte del tule (julio-octubre) la perturbación y/o daño a estas especies migratorias se espera sea mínimo.

Otro punto importante es que 17 especies, 10 de ellas migratorias, inician su periodo de reproducción y cría de polluelos en la época invernal (diciembre-marzo), ocupando parte de la temporada de primavera y verano para su crecimiento y desarrollo; etapas en donde las crías ya tienen capacidad de movilidad para trasladarse de un lado a otro, lo que representa menor riesgo de ser afectadas durante el periodo propuesto para la ejecución de los trabajos de corte del tule. (Huizar Alvarez, et. al, 2005).

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

3ª. ETAPA

Selección de Predios para el manejo de tule y disposición.

1.- Como parte del manejo integral del tule, es necesario contar con espacios o sitios para el acopio del mismo, por lo que se seleccionaron de manera preliminar 6 predios ubicados estratégicamente (ver anexo) en donde se irá depositando conforme se vaya cortando mecánicamente o de forma manual.

2.- La selección preliminar de sitios se verá acompañada de verificaciones de campo, con la finalidad de revisar las condiciones de los predios e indagar los nombres de los propietarios, a efecto de analizar la viabilidad de los mismos y gestionar su permiso para su utilización.

4ª. ETAPA

Manejo de Tule

1.- Como se describió anteriormente, una vez retirado el tule hacia las orillas de la laguna y ubicado en los sitios dispuestos para ello, se le dará un manejo integral mediante su remoción y paleo del mismo, con la finalidad de evitar su putrefacción y reducir su contenido de agua. Es importante mencionar, que de manera inicial tendrá un alto contenido en agua por lo que su movimiento continuo conlleva a su deshidratación y con ello a mejorar su calidad ya seco.

2.- Para realizar los trabajos de manejo de tule, se buscará la vinculación con los municipios que convergen en la laguna para facilitar el apoyo con remolques y maquinaria que permita su remoción y en su caso la carga a vehículos de transporte para su retiro del lugar. Asimismo, se considera una cuota de recuperación por parte de la población que permita costear los gastos que originen el acarreo y acondicionamiento del tule.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Según el rendimiento del mismo, se calcula un estimado de 80 ton por hectárea y de acuerdo a la densidad y cobertura en la laguna, se estima retirar un total de 24 000 toneladas, las cuales serán depositadas en los 6 predios señalados. Cabe señalar que la cantidad mencionada se verá reducida considerablemente conforme transcurran los días, debido a que este tipo de vegetación esta constituida en su mayor porcentaje por agua, la cual se ira perdiendo conforme se deshidrate (se anexa cálculo).

Técnicamente se tiene calculado que un metro cubico de tule en verde, tiene un peso de 500 kg, en ese sentido, se estima que en 1 ha de terreno de tule se pueden apilar de 5 000 ton aproximadamente, por lo que se requeriría un espacio aproximado de 5 ha.

Para el manejo del tule cortado y extraído de la laguna, se requiere que los predios estén limpios y bien nivelados cercanos al humedal y ubicados estratégicamente, para su depósito y almacenamiento (ver mapa anexo), en donde de manera paulatina se vaya acamellonando a una altura promedio de 2 metros. Para ello, se utilizarán bieldos y rastrillos, a efecto de ir formando los camellones e ir volteando con periodicidad la vegetación, para evitar su descomposición y lograr una deshidratación adecuada que permita la fabricación de artesanías, la elaboración de composta para enriquecer suelos agrícolas pobres en materia orgánica o bien para preparar suplemento forrajero destinado a ganado bovino y ovino de la región.

Una vez concluidos los trabajos de corte y extracción de tule, se realizará una evaluación final del Proyecto a efecto de reunir elementos que permitan medir el impacto y en su caso, realizar una posterior gestión de recursos para su aplicación en años subsecuentes, así como proponer alternativas de solución a las dificultades técnicas no previstas en el desarrollo del proyecto.

II.2.4 Diagrama de flujo general de desarrollo del proyecto.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Tabla 8.- Lista de verificación de las actividades involucradas en el proyecto

ETAPA	ACTIVIDADES INVOLUCRADAS EN EL PROYECTO
Planeación	<ul style="list-style-type: none"> • Reuniones intersectoriales para la identificación de la problemática en la Laguna de Tecocomulco. • Opiniones y consultas con dependencias y ONG's, para definición de alternativas de solución. • Elaboración de propuesta de alternativas de solución. • Validación de alternativas de solución. • Formulación de Expediente técnico. • Tramites y autorizaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Gestión de recursos CONAGUA • Gestiones SEMARNAT. • Licitaciones • Liberación de recursos con la Secretaría de Finanzas • Identificación y selección de Empresas. • Contratos, fianzas, etc. • Organización de Comunidades: <ul style="list-style-type: none"> • Identificación y selección de personas • Formación de grupos de trabajo, • Coordinación de actividades y condiciones de trabajo). • Pago de sueldos y salarios.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

	<ul style="list-style-type: none"> • Adquisición de herramientas y equipo. • Entrega de herramientas y equipo a los grupos de trabajo. • Identificación y selección de sitios de disposición de tule: <ul style="list-style-type: none"> • Contacto y entrevista con dueños y/o poseedores. • Gestión de permisos.
	<ul style="list-style-type: none"> • Preparación de sitios: <ul style="list-style-type: none"> • Recorridos de reconocimiento y/o verificación de campo. • Marqueo de lugares a podar. • Selección de senderos y canales de navegación. • Ejecución del corte mecánico: <ul style="list-style-type: none"> • Arribo del equipo multifuncional. • Desembarque del equipo multifuncional • Preparación del equipo para inicio de los trabajos de poda (colocación de accesorios y suministro de combustible). • Traslado del equipo al primer cuadrante donde iniciaran los trabajos. • Inicio del corte extensivo de tule. • Colocación de tule cortado en barcazas. • Retiro de tule cortado de las barcazas al sitio de disposición más cercano.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

<p>Operación del Proyecto</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Disposición de tule (apilado, traspaleo, entrega). • Recolección de tule para distintos aprovechamientos. • Ejecución del corte manual: <ul style="list-style-type: none"> • Preparación de lanchas para inicio de los trabajos de corte (embarque de herramientas y suministro de combustible). • Traslado al primer canal o sendero donde iniciaran los trabajos. • Inicio del corte manual localizada de tule. • Colocación de tule cortado en barcasas. • Retiro de tule cortado de las barcasas al sitio de disposición más cercano. • Disposición de tule (apilado, traspaleo, entrega). • Recolección de tule para distintos aprovechamientos. • Supervisión y vigilancia: <ul style="list-style-type: none"> • Recorridos de campo • Reuniones informativas
-------------------------------	---

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

II.2.5 Programa general de trabajo.

Se considera una duración de 150 días la ejecución de los trabajos, en los cuales se espera haber cortado y extraído 264 ha de forma mecánica y 36 ha de manera manual conforme al siguiente programa:

Tabla 9.- Programa General de Trabajo

Actividades	Meses												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1.- Organización con las comunidades													
2.- Adquisición de material y equipo													
3.- Entrega de material y equipo													
4.- Ejecución de corte mecánico													
5.- Ejecución de corte manual													
6.- Retiro y acamellonamiento de tule													
7.- Supervisión y seguimiento													
8.- Eventos de capacitación													
9.- Informe final													

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

Ordenamiento Ecológico Territorial

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

El ordenamiento ecológico territorial es otro instrumento de planeación que permite coadyuvar a promover el desarrollo sustentable a partir de la definición de los usos del suelo y criterios ecológicos para el aprovechamiento, restauración y recuperación de la base natural y para el desarrollo económico y social.

El programa de ordenación a través de la protección, conservación y manejo integral de los recursos naturales pretende frenar su proceso destructivo, fijar las medidas para su recuperación y restauración y propiciar el desarrollo rural con acciones que, congruentes con la capacidad de sustentación del medio y la vocación del suelo, satisfagan las necesidades de los habitantes de las comunidades que conforman la población de la cuenca.

En ese tenor, el 2 de abril del 2001 se publicó en el Periódico Oficial del Estado de Hidalgo el Decreto donde se aprueba el Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo (ver anexo). Dicho Modelo constituye la propuesta de usos para el territorio, acorde con sus potencialidades y limitantes, el esclarecimiento de la intensidad de dicha utilización y el sistema de medidas o políticas ambientales que garanticen la explotación racional y la conservación a mediano y largo plazo de los recursos naturales.

El establecimiento del Modelo presupone de hecho una gestión de protección de la naturaleza al asignarle a cada área un valor funcional determinado y un régimen de la explotación y transformación que lleva implícitas medidas de conservación de los diferentes recursos naturales.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Para el caso que nos ocupa, la Laguna de Tecocomulco, el Modelo incluye la propuesta del uso como Área Natural Protegida a través de la definición de una Unidad de Gestión Ambiental (UGA) con el número XXXII (ver imagen 2 y mapa anexo), que de forma resumida se describe a continuación:

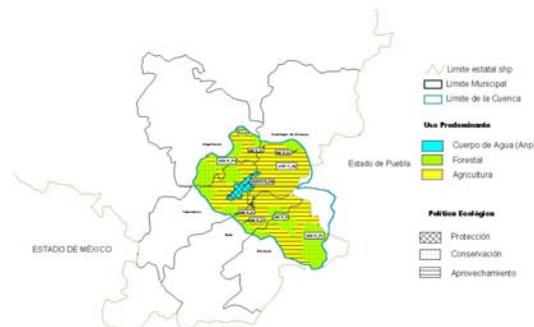


Imagen 2.- Unidad de Gestión Ambiental XXXII

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Es un espacio territorial que tiene importantes valores que ameritan el establecimiento de una Área Natural Protegida. En particular, es importante proteger y conservar estos espacios territoriales, ya que en ellos se localizan un gran número de especies vegetales y animales de interés para la conservación, así mismo, que prestan otro tipo de servicios ambientales como son: Fuente de escurrimiento superficial del agua y abastecimiento de agua subterránea, además de presentar valores estético-escénicos sobresalientes, entre otros.

**Tabla 10.- Definición de la Unidad de Gestión Ambiental XXXII (UGA),
Políticas Ambientales y Asignación de Usos de Suelo**

<i>UGA</i>	<i>PRINCIPALES PROBLEMAS</i>	<i>POLÍTICAS ECOLÓGICAS</i>	<i>POTENCIALES</i>	<i>USO PROPUESTO</i>
------------	------------------------------	---------------------------------	--------------------	----------------------

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

<i>UGA</i>	<i>PRINCIPALES PROBLEMAS</i>	<i>POLÍTICAS ECOLÓGICAS</i>	<i>POTENCIALES</i>	<i>USO PROPUESTO</i>
XXXII Cuerpos de agua (Laguna de Tecocomulco)	<ul style="list-style-type: none"> • Deseccación • Quema e invasión de tule • Asolvamiento • Pérdida de especies acuáticas y aves migratorias. • Contaminación por descargas domésticas • Cacería furtiva de aves • Pesca no controlada • Incertidumbre en la tenencia de la tierra. • Invasión al lecho de la laguna. 	Protección	<ul style="list-style-type: none"> • Acuícola • Turístico 	Predominante <ul style="list-style-type: none"> • Área Natural Protegida Compatible <ul style="list-style-type: none"> • Turismo alternativo • Acuícola Condicionado <ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura • Asentamientos humanos • Minero

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Unidades de Gestión Ambiental (UGA's)

Para lograr que el potencial de los paisajes y el manejo de los criterios, lineamientos, medidas y recomendaciones ecológicas sean aplicables en un contexto espacial, es necesario definir Unidades de Gestión Ambiental.

Estas unidades se caracterizan por su homogeneidad en los atributos naturales y/o su problemática ambiental. Lo anterior implica que las diferentes unidades naturales definidas sean sujetas a un proceso que puede resultar en el reconocimiento de una unidad natural como Unidad de Gestión Ambiental.

El proceso de definición, descripción y cartografía de las UGA's tiene como objetivo lograr un manejo diferencial y preciso de los diferentes recursos y potenciales presentes en la Unidad.

Para el caso de la **Laguna de Tecocomulco** se definió como una Unidad de Gestión Ambiental la UGA XXXII, cuyas características principales pueden ser apreciadas a continuación:

UGA XXXII Laguna de Tecocomulco.- La Laguna de Tecocomulco es el único relicto en la cuenca del Valle de México, en su espejo se desarrollan las condiciones propicias para que las aves migratorias provenientes del norte de Estados Unidos y sur de Canadá aniden en ciertas

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

épocas del año; su dinámica compleja de este ecosistema y la fuerte presión social hacia su desaparición lo hace propio para ser decretado como área natural protegida.

Tabla 11.- Asignación de Uso del Suelo, Criterios Ecológicos y Políticas Ambientales

UGA	POLÍTICA AMBIENTAL	USO PREDOMINANTE	USO COMPATIBLE	USO CONDICIONADO	CRITERIOS ECOLÓGICOS
XXXII	Protección	<ul style="list-style-type: none"> Área Natural Protegida 	<ul style="list-style-type: none"> Turismo alternativo Acuícola 	<ul style="list-style-type: none"> Infraestructura Asentamientos Humanos 	Ag.- 1, 38, 40, 43, 44, 45. P.- 27. Fo.- 16. Ah.- 23, 4, 7, 8, 14, 19, 20, 23, 25, 26. Ei.- 3, 4, 6, 8, 9, 11, 12, 15, 17, 18, 21, 24, 25, 26, 28, 30, 31, 32, 34, 38, 39, 40, 44, 53, 57, 60, 68, 69, 70, 71, 73, 77, 78, 80, 82. C.- 1, 13. Tu.- 5, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 25, 28, 31, 32, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45. Ac.- 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 15, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 25, 27, 29, 31, 32, 33, 34, 37, 38. Pe.- 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. Ff.- 2, 4, 8, 11, 14, 15, 16, 18, 19, 21, 23, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 34. Mae.- 3, 5, 8, 9, 10, 12, 13, 17, 21, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 37, 38, 39, 41, 42, 46, 49, 50, 51, 53, 54.

Políticas Ambientales

Las políticas ambientales son un instrumento de gran utilidad para la toma de decisiones y mediante ellas es posible establecer la intensidad en el uso de los recursos, las prioridades en el fomento de las actividades productivas e incluso desincentivar algunas de ellas.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

De acuerdo con el Modelo, la política asignada para la Laguna de Tecocomulco es la de protección la cual se establece para zonas donde se han decretado áreas naturales protegidas de nivel federal, estatal y municipal y, para aquellas áreas que dadas las características geoecológicas, endemismo de la flora y la fauna, diversidad biológica y geográfica altas, funciones y servicios ambientales que proporcionan, etc., requieren que su uso sea racional, controlado y planificado para mantener su funcionamiento ecológico y por ende evitar su deterioro.

Cuando en un programa de ordenamiento ecológico del territorio se determina esta política, el área deberá someterse a estudios más detallados que permitan realizar la declaratoria correspondiente y en la categoría de área natural protegida que corresponda, así como la propuesta del programa de conservación y manejo para cada área protegida.

Es la segunda política en importancia propuesta para el Estado y debe asegurar el mantenimiento de los altos valores de diversidad biológica y geográfica del territorio, posibilitando además, el desarrollo socio – económico de las comunidades locales, mediante su vinculación a las actividades de protección, restauración ecológica y turismo alternativo que son compatibles con esta política.

Sobre el particular, se necesitan estudios a mayor detalle en esta área, con la finalidad de establecer los límites y la categoría de área protegida, de acuerdo a los preceptos establecidos en la LGEEPA y el Reglamento en materia de Áreas Naturales Protegidas, así como el Programa de Conservación y Manejo a que deberá sujetarse.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Al respecto, al ser el primer sitio Ramsar sin tener la categoría de Área Natural Protegida, en reunión celebrada en diciembre del 2005 con la Comisión de Medio Ambiente de la H. Cámara de Diputados, se acordó impulsar la declaratoria de esta Área de nivel federal.

De acuerdo a lo anterior, el 15 de marzo del 2006, se realizó la proposición como punto de acuerdo por el que se solicita que se decrete la Laguna de Tecocomulco, en el Estado de Hidalgo, como área natural protegida, mismo que fue aprobado en sesión ordinaria de fecha 15 de marzo del 2006, y enviado a la Mesa Directiva el 27 de marzo del mismo año, resultando aprobado en el Pleno de la Cámara con fecha 30 de marzo del 2006 bajo el número de turno 266.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Tabla 12.- Criterios y Recomendaciones Ecológicas para la Unidad de Gestión Ambiental XXXII

Agricultura (Ag)

- 1.- No se permite la expansión de la frontera agrícola.
- 38.- Los sedimentos extraídos de los canales de riego, deberán incorporarse a las tierras de cultivo.
- 40.- Las descargas de unidades de producción y drenes, deberán conectarse a un solo colector y cumplir las especificaciones de la **NOM-001-ECOL-1996**.
- 43.- Las unidades de producción agrícola estarán sujetas a un programa de manejo integral.
- 44.- Los canales de riego deberán contar con una trampa de sedimentos o desarenaderos antes de su salida a las corrientes y cuerpos de agua.
- 45.- Los predios con agricultura intensiva y plantaciones, deberán elaborar un inventario de suelos y un programa de monitoreo de las condiciones de este recurso.

Pecuario (P)

- 27.- Se debe mantener una franja mínima de 20 metros de ancho de vegetación nativa sobre el perímetro de los predios agrosilvopastoriles.

Minería (Mi)

1. Se prohíbe la exploración y extracción minera.
2. Solo se permite la extracción de material para el autoconsumo de las comunidades, previo acuerdo con las autoridades locales y evaluación en materia de impacto ambiental.
3. La ubicación de nuevos bancos de material pétreo será definida por medio de una Manifestación de Impacto Ambiental.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

4. En la extracción de materiales pétreos con fines comerciales se establecerá un área de explotación (sacrificio) y áreas de exclusión como bancos de germoplasma donde se reubiquen las especies susceptibles de transplantarse. Estos sitios de exclusión deberán tener condiciones ambientales similares a los sitios de explotación para garantizar el éxito de la reubicación de especies vegetales. Asimismo, se deberá promover la creación de un vivero, mediante el cual pueda compensarse la pérdida de especímenes que no puedan replantarse. La extracción y trasplante, así como la definición de las áreas de reubicación de especies, deberá hacerse bajo la coordinación del municipio, Gobierno del Estado y la Federación conforme a sus competencias.
5. Las instalaciones ya existentes para extracción de minerales con fines comerciales podrán continuar mediante una Manifestación de Impacto Ambiental.
6. Se deberán rehabilitar los caminos de acceso al área existentes y se prohíbe abrir nuevos caminos.
7. Es necesario que se establezca un sistema de disposición de desechos sólidos y líquidos producidos en los campamentos de residencia. No deberán asentarse plantas de beneficio de mineral ni presas de jales. Las áreas explotadas deberán ser rehabilitadas a través de acciones de conservación de suelo y agua.
8. Las unidades de producción minera que cuenten con presa de jales, deberán seguir los lineamientos establecidos en la **NOM-090-ECOL-1994**.
9. Se debe restaurar el área afectada por las actividades de prospección que no resulten en proyectos vitales.
10. La explotación de bancos de materiales pétreos, así como su conclusión deberán sujetarse a lo establecido en la **NTEE-COEDE-001/2000**.

Forestal (Fo)

- 16.- En zonas de aprovechamiento, conservación y restauración se deberá seguir un programa de manejo integral autorizado para la regeneración efectiva del bosque.

Asentamientos humanos (Ah)

- 2.- No se permite el establecimiento de nuevos asentamientos humanos.
- 3.- Se dará prioridad a la regularización de la situación de los asentamientos humanos, propiciando la liberación de los

**Manifiestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

terrenos para dedicarlos a los fines propios de la zona núcleo.

- 4.- Se dará prioridad a realizar los acuerdos necesarios con los ejidos y comunidades cuyos terrenos se integran a la zona núcleo, para consensar las normas necesarias, y en su caso, deslindarlos físicamente.
- 7.- Solo se permite la instalación de asentamientos humanos temporales o campamentos dentro de esta unidad.
- 8.- En los asentamientos rurales, los residuos de forrajes y desechos de alimentos humanos serán empleados para la producción de composta u otros métodos ecológicos de aprovechamiento.
- 14.- No se permite la ampliación de reservas territoriales.
- 19.- Se deberá promover que los predios actuales no estén sujetos a lotificaciones subsecuentes.
- 20.- Se prohíbe la creación de asentamientos humanos sobre predios agrícolas.
- 23.- No se permite el asentamiento de viviendas, desarrollos habitacionales e infraestructura de servicios públicos en los alrededores de esta unidad.
- 26.- Todos los asentamientos humanos deberán contar con infraestructura para el acopio y manejo de residuos sólidos, de acuerdo a la **NOM-084-ECOL-1994**

Industria (In)

Todo proyecto de obra que se pretenda desarrollar, deberá ingresar al procedimiento de evaluación de impacto ambiental.

Las industrias que se establezcan deberán apegarse a la **NOM-001-ECOL-1996** y **NOM-002-ECOL-1996**.

Tanto en la etapa de planeación, diseño y construcción de obras destinadas para la industria, deberán incluirse provisiones adecuadas para minimizar los efectos adversos al ambiente, siguiendo la normatividad existente para cada caso particular (**NOM-001-ECOL-1996**).

Podrán establecerse instalaciones de servicios relacionados con hidrocarburos, contando con un sistema de colección, manejo y disposición de desechos, de acuerdo con la **NOM-001-ECOL-1996**.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Se prohíbe la ubicación de instalaciones termoeléctricas o subestaciones a menos de 10 Km de distancia de asentamientos humanos. Las instalaciones de fuentes de energía no convencionales (solar, eólica) podrán hacerse dentro del área que se pretende desarrollar.

Se prohíbe la ubicación de industrias cementeras a menos de 10 Km de distancia de asentamientos humanos.

Se prohíbe la instalación de depósitos de combustibles a menos de 10 Km de distancia de asentamientos humanos.

No se permiten las instalaciones de infraestructura y depósitos de la industria petroquímica, de extracción, conducción o manejo de hidrocarburos.

La industria deberá estar rodeada por barreras de 10 metros como mínimo de vegetación nativa como áreas de amortiguamiento.

Se permiten instalaciones y equipos de comunicación y generación de energía eléctrica, basados en recursos renovables.

Se promoverá el desarrollo de la actividad agroindustrial.

Las industrias que se pretendan asentar en esta zona, serán del tipo ligero que demanden bajos volúmenes de agua y que generen una mínima contaminación al aire. Asimismo, los procesos productivos tendrán un diseño que optimice el uso del agua a través de su tratamiento físico-químico y biológico y su posterior rehuso. En el caso de que empleen sustancias clasificadas como tóxicas y/o peligrosas deberán contar con la infraestructura necesaria para su almacenamiento, uso y disposición final.

Previo al establecimiento de instalaciones industriales deberán rescatarse las especies vegetales nativas, presentes en los predios donde se ubicarán las empresas. El o los sitios de reubicación deberán tener condiciones ambientales similares a los sitios de donde se extrajeron. La extracción, trasplante y la definición de las áreas de reubicación deberá hacerse bajo la coordinación de la empresa promovente, municipio, gobierno estatal y federal. Además, se promoverá la creación de un vivero, mediante el cual pueda compensarse la pérdida de especímenes que no puedan trasplantarse.

No se permitirá la instalación de infraestructura industrial en esta unidad.

Sólo se permite el asentamiento de las industrias mencionadas en el Diario Oficial de la Federación publicado con fecha del 3 de diciembre de 1993; referente a la micro, pequeña y mediana industria.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

No se permite la instalación de industrias fuera de los corredores y áreas destinados para éstas en el plan de desarrollo urbano.

Los residuos peligrosos generados por las industrias a establecerse deberán cumplir con los parámetros establecidos en la **NOM-052-ECOL-1993** y **NOM-087-ECOL-1995**.

La instalación de hornos para la elaboración de piezas fabricadas con arcilla, deberán sujetarse a lo establecido en la **NTEE-COEDE-004/2000**.

Las emisiones de gases, humos, polvos y partículas suspendidas a la atmósfera por fuentes fijas y móviles deberán cumplir con los parámetros establecidos en las normas ecológicas aplicables **NOM-039-ECOL-1993**, **NOM-050-ECOL-1993**, **NOM-075-ECOL-1995**, **NOM-076-ECOL-1995** y **NOM-085-ECOL-1994**.

Equipamiento e infraestructura (Ei)

- Se prohíbe la instalación de cualquier tipo de infraestructura, fuera de los asentamientos humanos, con excepción de aquella necesaria para desarrollar actividades de protección, educación ambiental, investigación y rescate arqueológico, previa manifestación de impacto ambiental y permitida en el programa de manejo.
- 3.-
 - 4.- La infraestructura ya existente deberá sujetarse a las determinaciones del programa de manejo.
 - 6.- La instalación de infraestructura estará sujeta al programa de manejo.
 - 8.- Los asentamientos humanos mayores a 2,500 habitantes deberán contar con infraestructura para el acopio y/o manejo de desechos sólidos.
 - 9.- Los asentamientos humanos menores a 2,500 habitantes deberán contar con un programa de reducción, recolección y reciclaje de desechos sólidos.
 - 11.- La disposición final de lodos producto del dragado deberá hacerse en sitios alejados de cuerpos de agua.
 - 12.- Los asentamientos humanos y desarrollos turísticos deberán contar con un programa integral de reducción, separación y disposición final de desechos sólidos.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

- 15.- Se prohíbe la ubicación de rellenos sanitarios y tiraderos a cielo abierto.
- 17.- No se permite la quema de desechos vegetales producto del desmonte.
- 18.- Se promoverá el composteo de los desechos vegetales.
- 21.- Se promoverá la instalación de letrinas secas y/o la instalación de infraestructura para el manejo adecuado de las excretas humanos y animales.
- 24.- Los desarrollos turísticos deberán estar conectados al drenaje municipal o contar con un sistema de tratamiento de agua *in situ*.
- 25.- Las instalaciones deberán contar con un sistema de tratamiento de agua *in situ*.
- 26.- La recolección de residuos deberá estar separada de la canalización del drenaje pluvial y sanitario en el diseño de calles y avenidas, además de considerar el flujo y colecta de aguas pluviales.
- 28.- Toda descarga de aguas residuales deberá cumplir con la **NOM-ECOL-001-1996**, **NOM-002-ECOL-96**, la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento.
- 30.- Las instalaciones construidas para los fines autorizados deberán tratar las aguas grises *in situ*.
- 31.- En los asentamientos humanos menores a 2,500 habitantes deberán dirigir sus descargas hacia sistemas alternativos para el manejo de las aguas residuales, tales como letrinas y biodigestores.
- 32.- Los desarrollos turísticos y asentamientos humanos deberán contar con un sistema integral de colecta, minimización, tratamiento y disposición de aguas residuales, de acuerdo con lo establecido en la **NOM-001-ECOL-1996** y **NOM-002-ECOL-1996**.
- 34.- Las nuevas plantas de tratamiento de aguas servidas deberán contar con un sistema que minimice la generación de lodos y contarán con un programa operativo que considere la desactivación, desinfección y disposición final de lodos.
- 38.- La rehabilitación de la planta de tratamiento existente deberá contemplar un diseño, que asegure que los afluentes tratados no rebasen los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

- receptores provenientes de los sistemas de alcantarillado o drenaje municipal (**NOM-ECOL-001-1996**).
- 39.- Los lodos activados producto del tratamiento de las aguas residuales, deberán ser usados como mejoradores de suelos, siempre y cuando no rebasen la concentración máxima permitida de los residuos peligrosos enlistados en la **NOM-CRP-001-ECOL/1993**.
 - 40.- No se permite la disposición de aguas residuales, descargas de drenaje sanitario y desechos sólidos en lagunas, zonas inundables o en cualquier otro tipo de cuerpo de agua natural.
 - 44.- La apertura de rutas y senderos interpretativos para investigación, educación ambiental y turismo de observación, estará sujeta al programa de manejo.
 - 53.- Los caminos de acceso deberán contar con reductores de velocidad y señalamientos de protección a la fauna.
 - 57.- Solo se permite la creación de embarcaderos rústicos.
 - 60.- Se promoverá la instalación de fuentes alternativas de energía.
 - 68.- Se promoverá la instalación de infraestructura pública y sistemas domésticos para la captación del agua de lluvia proveniente de pisos, terrazas, techos y pavimento.
 - 69.- Queda prohibido construir infraestructura para el abastecimiento de agua a partir de manantiales y cuerpos naturales de agua ubicados dentro de la zona núcleo.
 - 70.- Toda infraestructura nueva para abastecimiento de agua deberá presentar una manifestación de impacto ambiental.
 - 71.- La infraestructura hidráulica para abastecimiento de agua potable y de riego ya existente, estará sujeta a la evaluación y regulación que se establezca en un programa de manejo.
 - 73.- No deben usarse productos químicos ni fuego en la reparación y mantenimiento de derechos de vía.
 - 77.- Durante las obras de canalización y drenado, los materiales en suspensión no deben exceder el 5 % de su concentración natural en el cuerpo de agua.
 - 78.- Los productos de dragado deberán confinarse en sitios de tiro autorizados, delimitados con barreras contenedoras.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

- 80.- Los accesos se harán a través de caminos de terracería,
- 82.- En desarrollos urbanos y turísticos, las características de las construcciones estarán sujetas a la autorización del impacto ambiental

Construcción (C)

- 1.- No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa.
- 13.- No se permite la utilización de explosivos.

Turismo (Tu)

- 5.- Se prohíbe la construcción de cuartos hoteleros.
- 15.- Las actividades turísticas recreativas y de observación de flora y fauna deberán contar con un reglamento que minimice impactos ambientales hacia la flora, fauna y formaciones geológicas.
- 16.- En las actividades de ecoturismo el número de visitantes y tiempo de permanencia se determinará mediante manifestación de impacto ambiental.
- 17.- El desarrollo de cualquier proyecto turístico estará sujeto a manifestación de impacto ambiental y estudios ecológicos especiales sujetos a autorización.
- 18.- Solo se permite la práctica del turismo de observación, que podrá incluir la práctica del campismo, rutas interpretativas, observación de flora y fauna y paseos fotográficos.
- 19.- Las actividades ecoturísticas solo podrán realizarse utilizando los caminos existentes.
- 20.- Los visitantes no podrán coleccionar o extraer ningún elemento de los ecosistemas naturales.
- 25.- Se deben emplear materiales de construcción que armonicen con el entorno y el paisaje del sitio.
- 28.- Los tanques, tinacos y cisternas deberán instalarse ocultos.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

- 31.- Las instalaciones hoteleras y de servicios deberán estar conectadas al drenaje municipal y/o a una planta de tratamiento de aguas residuales o en su caso, contar con su propia planta.
- 32.- Toda descarga de aguas residuales deberá cumplir con la **NOM-001-ECOL-96** y **NOM-002-ECOL-96**.
- 34.- Se deben establecer zonas de amortiguamiento adyacentes a los proyectos colindantes con áreas para la protección.
- 35.- El área ocupada por todos los desarrollos en su conjunto no deberá sobrepasar el 5% de la superficie total de la unidad de gestión.
- 37.- El diseño de las construcciones debe emplear una arquitectura armónica con el paisaje considerando las técnicas y formas locales.
- 38.- Los desarrollos turísticos deben procurar en sus proyectos el mínimo impacto sobre la vida silvestre y realizar acciones tendientes a minimizar el generado por los mismos.
- 39.- Sólo se deberán emplear especies nativas y propias de la región en la creación de áreas jardinadas
- 41.- Se realizarán actividades recreativas en contacto directo con la naturaleza y con las expresiones culturales que le envuelven, con una actitud de respeto y conservación a los recursos naturales y culturales.
- 42.- Se realizarán actividades de apreciación, educación ambiental y conocimiento de la naturaleza a través de la interacción con la misma sin deteriorarla.
- 43.- Se realizarán actividades recreativas que involucren un nivel de habilidades físico-deportivas en contacto directo con la naturaleza, sin deterioro de la misma.
- 44.- Se realizarán actividades de convivencia e interacción con las comunidades rurales, respetando las expresiones sociales, culturales y productivas cotidianas de la misma.
- 45.- No se permiten los deportes motorizados.

Acuicultura (Ac)

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

- 1.- En la acuacultura se prohíbe la utilización de especies transgénicas.
- 3.- No se permite la acuacultura donde existan ecosistemas o hábitats únicos en su género, áreas sujetas a restauración ambiental o zonas de interés arqueológico, ceremonial o religioso.
- 4.- Se dará preferencia al cultivo de especies nativas.
- 5.- No se permite la introducción de especies exóticas donde existan especies incluidas en la **NOM- ECOL- 059-1994**.
- 6.- No se permite la creación de estanquería de asfalto sobre lagunas y cuerpos de agua naturales.
- 7.- No se permite crear proyectos acuícolas en sitios donde el agua disponible tenga un nivel de contaminación fisicoquímicas y microbiológicas que rebasen los niveles definidos en las NOM ecológicas aplicables.
- 8.- La obtención de agua para los cultivos acuícolas deberán garantizar la permanencia de los patrones geohidrológicos.
- 9.- No se permite el desvío y/o modificación de cauces de ríos.
- 11.- Las aguas de retorno de los cultivos acuícolas deberán cumplir con la **NOM-001-ECOL-1996**.
- 15.- La extensión, tipo y manejo de estanques para la acuacultura, dentro de las Areas Naturales Protegidas, deberá de estar debidamente normada y autorizada como una Unidad de Manejo Sustentable (UMA).
- 17.- No se permite dentro de Areas Naturales Protegidas, la descarga de agua de recambio sin tratamiento proveniente de los proyectos de acuacultura.
- 18.- No se permite la introducción de especies exóticas para la acuacultura extensiva dentro de Areas Naturales Protegidas.
- 19.- En la acuacultura se promoverá la sustitución de especies exóticas por especies nativas.
- 21.- Sólo se permite la acuacultura de especies exóticas por medio de encierros rústicos.
- 23.- Solo se permite la instalación de encierros rústicos elaborados con material de la región y el uso de mampostería se

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

restringirá a la creación de cimientos para su instalación.

- 25.- En los encierros que aprovechen cuerpos de agua temporales, se podrán introducir especies exóticas de rápido crecimiento, siempre que no tengan la capacidad de migrar vía terrestre de un cuerpo de agua a otro o que los ejemplares y huevecillos puedan sobrevivir en el lecho del cuerpo de agua desecada, tomando las medidas necesarias para evitar que los alevines migren aguas abajo.
- 29.- Durante el período de secas se extraerán los sedimentos limosos del fondo de las áreas adyacentes a los encierros, para evitar su azolvamiento y poder aprovecharlos como mejoradores de suelos agrícolas.
- 31.- En la introducción de especies exóticas para la acuicultura, se deberá llevar a cabo la instalación de infraestructura que impida la fuga de organismos en cultivo.
- 32.- Se permite la construcción de bordos cercanos a los ríos, siempre y cuando el flujo de agua desviado no exceda el 15% y no afecte significativamente los procesos hidrológicos e hidrobiológicos.
- 33.- Los productos del dragado de estanques, deberán ser tratados y depositados en sitios donde no formen bordos que interrumpen el flujo superficial de agua y que no azolven los canales naturales, las lagunas y los cauces de arroyos o ríos.
- 34.- El material excavado y/o dragado que no se utilice para la construcción de los terraplenes de los estanques y canales, deben esparcirse uniformemente en sitios donde no formen bordos que interrumpen el flujo superficial de agua y que no azolven los canales naturales.
- 37.- Se llevará un monitoreo periódico para evitar que la acuicultura contribuya significativamente en la eutroficación del cuerpo de agua receptor de las descargas de recambios y en las modificaciones de la diversidad biológica asociada.
- 38.- En la etapa de abandono del proyecto, se deberá efectuar una restauración del sitio consistente en el retiro de la infraestructura, el restablecimiento de los flujos de agua originales y una reforestación con especies nativas.

Pesca (Pe)

- 1. Se prohíbe el uso de explosivos, sustancias químicas y artes de pesca que puedan afectar permanentemente las comunidades acuáticas.

**Manifiestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

2. No se permite la utilización del arte de pesca conocido como red de arrastre.
3. Se prohíbe la actividad pesquera en los períodos de veda establecidos.
4. El desarrollo de la actividad pesquera estará sujeto a una autorización, de preferencia asociados en cooperativas.
5. El desarrollo de la pesca comercial estará sujeto a manifestación de impacto ambiental y a las regulaciones ambientales establecidas.
6. Se fomentará la reproducción y liberación de especies nativas.
7. Solo se permitirá la pesca de tipo artesanal, la pesca deportiva se permitirá mediante la evaluación del impacto ambiental y conforme a lo establecido en la **NOM-017-PESC-1994**.
8. Se prohíbe el depósito de desperdicios producto de la actividad pesquera sobre cuerpos de agua.

Flora y fauna (Ff)

- 2.- Ningún tipo de actividad debe alterar el desarrollo de las comunidades de flora y fauna y su interacción con los ecosistemas naturales.
- 4.- Se establecerán zonas de amortiguamiento entre las áreas de protección y aprovechamiento; a partir del límite del área de protección, con un ancho mínimo de 100 metros.
- 8.- El aprovechamiento de plantas medicinales y no medicinales o forestales (usos alimenticios, rituales, ornamentales, etc.) deberá ser restringido al uso doméstico. Cualquier proyecto de explotación intensivo se deberá desarrollar bajo el esquema de UMAS.
- 14.- Se prohíbe la modificación de las áreas de ovoposición de anfibios, reptiles y aves.
- 15.- Todas las actividades desarrolladas deberán garantizar la estructura, tamaño y permanencia de las poblaciones de aves canoras y de ornato.
- 16.- En el área de servicios, deberán dejarse en pie los árboles más desarrollados de la vegetación original.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

- 18.- Se promoverá la instalación de viveros e invernaderos con especies nativas.
- 19.- Solo se permite la caza y comercio de fauna silvestre dentro de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS).
- 21.- Se promoverá la instalación de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) en la modalidad de manejo intensivo para uso comercial, repoblación o recreación.
- 23.- Las autoridades, en coordinación con los centros de investigación, promoverán la reproducción de especies faunísticas en cautiverio.
- 25.- La introducción de especies exóticas con fines de cultivos, deberá hacerse a través de un programa de manejo.
- 26.- Se prohíbe el uso de explosivos y dragados.
- 28.- Los jardines botánicos, viveros, parques ecológicos y unidades de producción de flora y fauna deberán estar asociados a los programas y actividades de ecoturismo de aquellas zonas con potencial turístico.
- 29.- Los viveros deberán incorporar el cultivo de especies arbóreas y/o arbustivas nativas para forestación.
- 30.- Se deberán establecer viveros e invernaderos para producción de plantas de ornato o medicinales con fines comerciales.
- 31.- El aprovechamiento de flora silvestre y hongos sin estatus comprometido deberá contar con un programa de manejo autorizado.
- 32.- Se prohíbe la captura y comercio de aves silvestres con fines comerciales, fuera de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS).
- 34.- Se deberá regular las actividades productivas y recreativas en las zonas de anidación y reproducción de fauna.

Manejo de ecosistemas (Mae)

- 3.- Los estudios o manifestaciones de impacto ambiental que se requieran, deberán poner especial atención al recurso

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

- agua y presentar las medidas de prevención de contaminación al manto freático.
- 5.- Las obras de acceso al cuerpo de agua deberán ser evaluadas y aprobadas por una manifestación de impacto ambiental.
 - 9.- Para evitar que la sobreexplotación de acuíferos afecte a los ecosistemas acuáticos, deberá desarrollarse un estudio que defina el volumen de agua que es susceptible de extraerse del subsuelo (geohidrológico), sin que esta actividad amenace con impactos ambientales adversos.
 - 10.- Se prohíbe la obstrucción y modificación de escurrimientos pluviales.
 - 12.- Se promoverá la restauración de la vegetación en las inmediaciones de los cauces de arroyos y ríos.
 - 13.- Se prohíben las quemas en un área de 100 m alrededor de los cauces naturales.
 - 17.- Se promoverá la reforestación, ésta deberá hacerse con flora nativa.
 - 21.- Las zonas perturbadas deberán entrar a un esquema de restauración, permitiéndose la recuperación natural de la vegetación.
 - 23.- Los proyectos a desarrollar deberán garantizar la conectividad de la vegetación natural entre predios colindantes para la movilización de la fauna silvestre.
 - 24.- Se promoverá la reforestación en los sitios de recarga del acuífero
 - 25.- Se prohíbe la desecación, dragado y relleno de humedales.
 - 26.- Se prohíbe la desecación, dragado y relleno de cuerpos de agua.
 - 28.- Se prohíbe el desarrollo de infraestructura que reduzca las áreas inundables asociadas a los cuerpos de agua natural.
 - 29.- Entre las áreas de inundación y las áreas agrícolas deberá conservarse una zona de amortiguamiento de 100 m.
 - 30.- La eventual utilización de los humedales estará sujeto a la autorización de impacto ambiental que garantice el mantenimiento del ciclo geohidrológicos, calidad de agua, flujo de nutrientes y diversidad biológica.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

- 32.- Las obras autorizadas sobre humedales deberán garantizar el flujo y reflujo superficial y subterráneo del agua.
- 37.- En los bordes de los cuerpos de agua deberá dejarse una franja de amortiguamiento con vegetación y, en su caso reforestar con árboles y arbustos.
- 38.- En los cuerpos de agua deberá llevarse a cabo actividades de remediación cuando menos una vez por año.
- 39.- Deberá evitarse el crecimiento de malezas acuáticas.
- 41.- Se prohíben las actividades deportivas motorizadas.
- 46.- Se deberá proteger y restaurar las corrientes, arroyos, canales y cauces que atraviesan los asentamientos urbanos y turísticos.
- 49.- Se deberán establecer prácticas vegetativas para el control de la erosión.
- 53.- Conservar o restaurar la vegetación ribereña en una franja mínima de 50 m del cauce.
- 54.- No se permite la deforestación en los bordes de ríos, arroyos y cañadas respetando el arbolado en una franja de 50 m en ambos lados del cauce.

De acuerdo a las características mencionadas en este importante instrumento de planeación, se observa la congruencia que guarda el proyecto de control y manejo de tule, siendo necesario desarrollar acciones de restauración ecológica, con la finalidad de evitar que continúe el deterioro en este importante humedal Ramsar.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Regiones prioritarias para la conservación de la biodiversidad, establecidas por CONABIO.

Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)

De acuerdo a la regionalización que desarrolló Conabio con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA), en México se cuenta con una red regional de 230 áreas importantes para la conservación de las aves. que incluyen más de 26,000 registros de 1,038 especies de aves (96.3% del total de especies para México según el American Ornithologist's Union). Adicionalmente, se incluye en al menos un área, al 90.2% de las especies listadas como amenazadas por la ley Mexicana (306 de 339 especies) y al 100 % de las especies incluidas en el libro de Collar et al. (1994, Birds to Watch 2). De las 95

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

especies endémicas de México (Arizmendi y Ornelas en prep.) todas están registradas en al menos un área.

Entre los propósitos mas importantes de esta red, es que sirva como una herramienta para los sectores de toma de decisiones que ayude a normar criterios de priorización y de asignación de recursos para la conservación de estos animales.

Dentro de dichas áreas se encuentra la Laguna de Tecocomulco, la cual fue designada en la categoría 1 MEX-1 con la clave C-71 bajo el siguiente criterio Ver imagen 3):

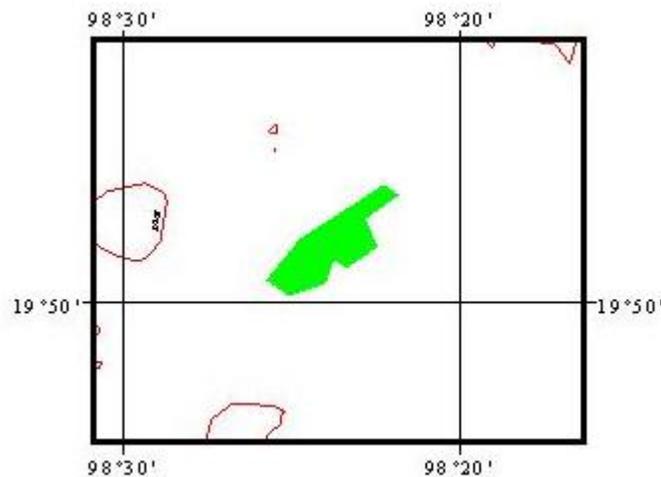
Categoría 1

Sitio en donde se presentan números significativos de especies que se han catalogado como amenazadas, en peligro de extinción, vulnerables o declinando numéricamente.

MEX-1 El sitio contiene al menos una población de una especie considerada en las listas oficiales del país como amenazada, en peligro o vulnerable (NOM-ECOL, CIPAMEX). (*Anas discors*, *A. americana*, *A. acuta*, *A. fulvigula*, *Aythya affinis*, *Circus cyaneus*, *Buteo jamaicensis*)

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Imagen 3.- AICA Laguna de Tecocomulco



Lo anterior en razón de que la laguna tiene 26 especies de fanerógamas acuáticas que sirven de alimento a aves hervívoras, así mismo crecen charales y carpas, alimento de aves piscívoras y en sus riveras existen playas donde se alimentan aves limícolas. En las sierras sobreviven especies de aves terrestres, y en invierno es un lugar de descanso y de paso de aves acuáticas y terrestres. En la ribera poniente existe una estación y observatorio de aves patrocinado por la UNAM, SEMARNAT Hidalgo y el ejido de San Miguel Allende (Municipio Tepeapulco), así como la Sociedad Mexicana de Ornitología A.C. Esta estación y observatorio funciona como centro de educación ambiental para los habitantes de la región y varias instituciones no gubernamentales.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Además de que la laguna de Tecocomulco representan el relicto ecológico (deteriorado) de las condiciones de la vida silvestre lacustre prehispánica de la cuenca de México, en donde las aves terrestres y acuáticas encuentran condiciones favorables para su supervivencia y las migratorias para su descanso y reproducción. Existe una organización ejidal que junto con la Sociedad Mexicana de Ornitología A. C. (Organismo No Gubernamental), y el Laboratorio de Vertebrados Terrestres de la UNAM, están trabajando para promover la restauración ecológica y la existencia de la laguna

Sitios Ramsar

Con respecto a la Convención Ramsar que se firmó en la ciudad de Ramsar, Irán, en 1971, y que entro en vigor a partir 1975, en donde en sus inicios tenía un énfasis sobre la conservación y el uso racional de los humedales sobre todo como hábitat para aves acuáticas y que con los años ha ampliado su alcance a fin de abarcar todos los aspectos de la conservación y el uso racional de los humedales, reconociendo que los humedales son ecosistemas extremadamente importantes para la conservación de la diversidad biológica en general y el bienestar de las comunidades humanas.

México se adhiere a la Convención a partir del 4 de noviembre de 1986 al incluir a la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos como humedal de importancia internacional.

Hasta Septiembre del 2007, existen 155 partes contratantes, dando un total de 1675 sitios designados, cubriendo un área de 150.2 millones de hectáreas. México, por su parte, cuenta con 65 sitios Ramsar en una superficie que supera los cinco millones de hectáreas, en donde encontramos a la Laguna de Tecocomulco como el sitio No. 1322, pronunciado desde Suiza el 27 de noviembre del 2003 (ver Ficha de Información Ramsar anexa), postulando al Estado

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

de Hidalgo en una situación privilegiada a nivel internacional, además de ser el primer humedal designado para Hidalgo (ver imagen 4):

Criterio 1:

Es considerada como el último humedal relicto del antiguo sistema lacustre que predominó en toda la Cuenca del Valle de México, en que se refugian y habitan peces, anfibios y aves acuáticas características de lo que fueron los lagos de Anáhuac. Se comporta como un vaso regulador para recarga de acuíferos de la región.

Criterio 2:

Alberga una rica biodiversidad y una gran cantidad de hábitats; algunas especies en peligro de extinción (Ajolote *Ambystoma mexicanus*, Pato real *Chairina moschata* y la Rana *montezumae*) y otras con el estatus de protegidas (Pato mexicano *Anas diazi*, Pato golondrino *Anas acutatzitzihua* y el Pato boludo *Caythia affinis*). De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, se determinan las especies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en algún estatus: peligro de extinción, amenazadas, raras y

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

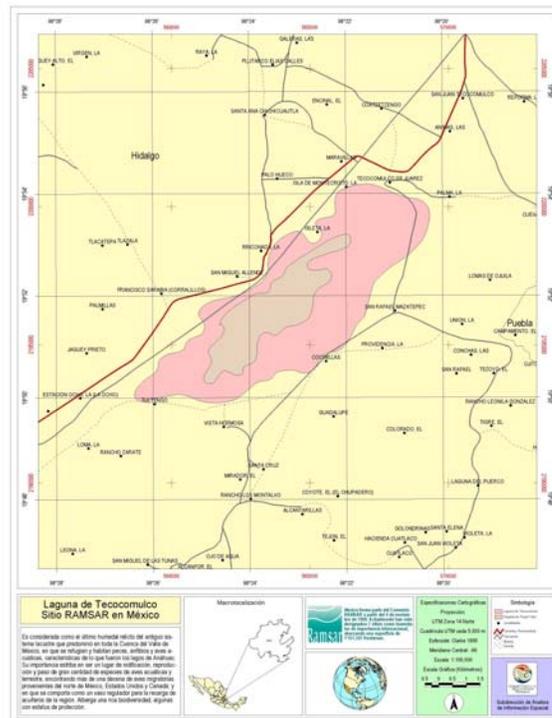
las sujetas a protección especial. En México se cuenta con 197 especies de anfibios y con 371 especies de aves bajo algún estatus de protección, para el caso específico de la Laguna de Tecocomulco 2 de las 197 especies de anfibios se encuentra en status de peligro de extinción y 4 de las 372 especies de aves se encuentran en el estatus de peligro de extinción (1) y de protección (3).

Criterio 4:

Su importancia estriba en ser un lugar de nidificación, reproducción y paso de gran cantidad de especies de aves acuáticas y terrestres, encontrando más de una decena de aves migratorias provenientes del norte de México, Estados Unidos y Canadá. De acuerdo al documento: Programa Integral de Protección, Conservación, Restauración y Aprovechamiento de la Cuenca de Tecocomulco, elaborado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), 1999, en la Laguna se cuenta con 48 especies de aves terrestres identificadas, pertenecientes a 8 Órdenes y 21 Familias, de las cuales 27 son residentes y 20 son migratorias de invierno y solo una Hirundo rustica es migratoria de verano, destacando durante la época migratoria: la garcita blanca dedos amarillos Egretta tula y el garzón blanco Casmerodius albus con poblaciones de 60 a 200 individuos. Otra familia de aves la constituyen la Anatidae (patos) con 14 especies; de las que más abundan en la época de migración son la cerceta de alas azules Anas discors y el pato tepalcate Oxyura jamaicensis con poblaciones de 3000 a 5000 individuos.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Imagen 4.- Sitio Ramsar Laguna de Tecocomulco



**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Planes y Programas de Desarrollo Urbano

Con relación a este apartado, de los municipios involucrados en el proyecto, solo Tepeapulco cuenta con su Plan Municipal de Desarrollo decretado para el trienio 2006-2009, el cual reconoce las condiciones en que se encuentra inmersa la mayoría de la población que conforma el municipio de Tepeapulco, por esta razón la acción de gobierno tiene como prioridad mejorar su calidad de vida.

El Plan propone una serie de líneas estratégicas que propicien la procuración del bienestar social de la población en un marco de corresponsabilidad y equidad que generen las condiciones indispensables para disminuir las carencias en materia de salud, vivienda, educación, infraestructura básica y ecología, principalmente.

En la esfera económica, el Plan señala las acciones tendientes a vigorizar la vocación agropecuaria del municipio, sobre la base del uso racional de los recursos naturales y la conservación del medio ambiente, reforzar la coordinación interinstitucional para impulsar la actividad industrial, el apoyo a proyectos productivos, el fomento a la actividad comercial y la promoción del sector turístico. Con estas actividades fundamentales se pretende fortalecer la economía con el único propósito de incidir en las tendencias negativas que perturban el desarrollo municipal.

De manera específica en su diagnóstico sobre acuacultura y ecología, menciona que dentro del territorio municipal se encuentra la laguna de Tecocomulco, la cual representa un atractivo natural con un bello paisaje hoy en peligro de desaparecer y que el crecimiento y concentración de la población en el ámbito municipal representa una carga sobre los

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

recursos naturales que se ven deteriorados al no establecerse medidas adecuadas para contener la degradación ambiental.

En ese sentido señala que es importante y urgente atender la situación de la Cuenca de la Laguna de Tecocomulco que es el último vaso de agua del valle de México y que se encuentra en alto riesgo de estabilidad ambiental, siendo necesario proponer y promover la ejecución de programas y acciones para el mejoramiento de la cuenca y el Lago de Tecocomulco.

Por ello una de sus prioridades será promover un desarrollo Integral, Equilibrado y Sustentable en el respeto al medio ambiente, siempre pensando que la participación ciudadana será el mejor quehacer de su administración, considerando en todo momento los niveles de desarrollo de cada comunidad o colonia del municipio, así como el mejor aprovechamiento de los recursos ambientales y naturales del territorio municipal, para lo cual plantea los siguientes:

Objetivos

- Promover una Política integral para la protección, conservación y restauración del medio ambiente para asegurar un ambiente sano y adecuado para el Desarrollo Sustentable y Sostenido de las familias del municipio de Tepeapulco.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

- Inducir a la participación ciudadana en el mejoramiento de las condiciones ambientales de sus hábitats, convirtiéndolos en un factor fundamental para programas de forestación, uso racional de los recursos naturales y promotores de una nueva cultura ecológica.

Estrategias

- Realizar el programa de protección al ambiente del municipio de Tepeapulco.
- Promover el uso y aprovechamiento de los recursos naturales con criterios de sustentabilidad.
- Fortalecer el marco legal de protección al ambiente en el Municipio.
- Realizar programas para incrementar la educación ambiental en el Municipio
- Realizar programas estratégicos de gestión integral del agua con un enfoque Municipal.

Líneas de Acción

- Involucrar a las diferentes escuelas del municipio en los programas de Educación Ambiental.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

- Programar eventos culturales orientados a sensibilizar a la población sobre el cuidado de su medio ambiente y el aprovechamiento racional del agua.

III.1 Información sectorial

La Laguna de Tecocomulco es el punto de llegada de aves migratorias provenientes de Norteamérica. Dicho fenómeno a dado origen a reuniones internacionales del Comité Tripartita México-E.U.-Canadá para Conservar los Humedales y Aves Acuáticas Migratorias, Consejo para la Conservación de Humedales de Norteamérica y del Consejo de Protección de Aves Migratorias y Mamíferos de Caza de México y E.U., por mencionar algunas (Jiménez Fernández y Juárez-López, 1996, Juárez-López et al, 1996) por lo que se han adoptado medidas locales de aprovechamiento y protección, como son cuotas de caza y calendario cinegético.

Respecto a la actividad pesquera, no existe ningún tipo de normatividad oficial sobre el aprovechamiento de las especies de carpas en la laguna, pero entre ambas organizaciones y la Subdelegación de Pesca de la SAGARPA en Hidalgo, se ha establecido un esquema de utilización de los recursos de la laguna, por medio del uso de seis redes de enmalle de 10.16 cm (4 pulgadas) de abertura de malla, como máximo, y una embarcación tipo cayuco, impulsada con remos de vara, por socio; a los pescadores no se les permite entrar a la laguna a realizar su actividad con otras personas que no estén registradas en el padrón, ni con lanchas impulsadas por motor fuera de borda. Así mismo, se cuenta con zonas de siembra del embalse, en los sitios de arribo de cada organización, y una zona de crianza en la zona de arribo de la organización de San Miguel, ésta última, también está designada como área de protección para el desarrollo de crías y juveniles. Para la operación de los

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

equipos de pesca, ambas organizaciones han establecido una “división” natural del embalse y efectúan sus actividades pesqueras de acuerdo al número de socios e infraestructura disponible.

De acuerdo con la información oficial, actualmente operan dos organizaciones de pescadores, legalmente reconocidas por las autoridades, que son la SSS PP de Tecocomulco de Juárez y la SSS PP de San Miguel Allende. En conjunto, tanto las autoridades como los pescadores de ambas sociedades, se han organizado para la aplicación de algunas medidas administrativas en la Laguna.

La asociación de San Miguel Allende tiene dos sitios de desembarque, La Rinconada (al Norte) y Barrio 94 (al Noroeste). La sociedad de Tecocomulco cuenta con un sitio de desembarque. Actualmente están registrados 68 socios de los cuales operan 57, quienes utilizan 342 redes de enmalle. El número de embarcaciones registradas, tipo de cayucos de madera, es a razón de una por pescador. Las actividades de pesca se realizan todos los días de la semana y durante casi todo el año, dedicándoles de tres a seis horas diarias.

Las capturas comerciales están constituidas por siete especies de cipínidos:

- | | |
|---------------------------|--------------------------------------|
| 1. Carpa barrigona | <i>Cyprinus carpio rubrofusculus</i> |
| 2. Carpa herbívora | <i>Ctenopharyngodon idellus</i> |
| 3. Carpa carasio o dorada | <i>Carassius auratus</i> |
| 4. Carpa Israel o espejo | <i>Cyprinus carpio specularis</i> |
| 5. Carpa negra | <i>Mylopharyngodon piceus</i> |

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

6. Carpa plateada *Hypophtalmichthys molitrix*
7. Carpa brema *Amblycephala megalobrema*

La carpa carasio o dorada es la que mayor porcentaje de captura y frecuencia representa para la organización San Miguel Allende con el 82%, mientras que la carpa barrigona es la mas abundante en la organización de Tecocomulco, con el 62%.

Ambas organizaciones lograron un total de 24.3 toneladas para el año 2001 (ver tabla 13). Asimismo, de acuerdo con la información de la producción pesquera disponible y su relación con el repoblamiento, indica que está determinada principalmente por la siembra de peces.

Tabla 13.- Valor económico de la producción pesquera en el año 2001.

Organización	Volumen Kg)	Valor (\$)
SSS PP San Miguel de Allende	12 001.0	184 495.0
SSS PP Tecocomulco de Juárez	12 343.0	218 710.0

Fuente: Subdelegación de SAGARPA-Hidalgo, 2002.

En el embalse no se han hecho estudios en torno a las siembras por lo que es necesario realizarlo a través de métodos de captura-recaptura, marcando un lote de animales seleccionados para conocer su distribución natural en el cuerpo de agua, proporción de

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

sexos, patrones de crecimiento, mortalidad y sobrevivencia. Sus resultados permitirán relacionarlos directamente con la producción y considerar que se deberá sembrar una mayor proporción de especies de rápido crecimiento y conversión nutricional, como la carpa herbívora, que las siembras sean programadas en una época anterior a la llegada de las aves migratorias acuáticas, esto con la finalidad de minimizar el efecto de mortalidad por depredación.

Para resolver los problemas relacionados a la pesca en el embalse, se deben mejorar los sistemas de obtención de información sobre captura y esfuerzo aplicados en ambas organizaciones, mediante el reporte oportuno de los datos de producción, además de que las actividades de inspección y vigilancia se deben implementar conjuntamente con los pescadores.

III.2 Análisis de los instrumentos jurídicos-normativos

El proceso de análisis de los instrumentos de planeación y legislación aplicable al proyecto, esta orientado a la revisión de los planes, programas y ordenamientos de nivel nacional, regional, estatal y municipal y que de manera particular regulan, condicionan, limitan y prohíben son tomados en cuenta en el presente manifiesto.

Así mismo observando que la “Laguna de Tecocomulco” es un cuerpo de agua de competencia federal como lo establece los artículos 27 quinto párrafo de la Constitución

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Política de los Estados Unidos Mexicanos y artículos 1 y 2 de la Ley de Aguas Nacionales; el Estado de Hidalgo a través del Consejo Estatal de Ecología en busca de acciones necesarias para restaurar y recuperar el humedal es necesario presentar la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular según lo establece el artículo 28 fracción X de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

Con relación a la NOM-059-SEMARNAT-2001, en donde se determinan las especies y subespecies nativas de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en México, clasificadas en alguna categoría de riesgo, en donde sobresalen algunos endemismos como los charales *Chirostoma jordani*, la rana de moctezuma *Rana montezumae* y los ajolotes *Ambystoma mexicanum* y *Ambystoma tigrinum*, así como por su ubicación geográfica de la Laguna de Tecocomulco que queda dentro de la ruta migratoria central del continente norteamericano, constituye un refugio natural para 34 especies de aves migratorias, de las cuales 4 especies de patos están considerados en la categoría de protección especial y 5 especies de murciélagos son migratorios, por lo que el gobierno mexicano tiene el compromiso de protegerlas para garantizar la supervivencia de estos grupos de vertebrados, siendo este proyecto de restauración ecológica, absolutamente congruente con este compromiso.

III. 3 Uso actual del suelo

A nivel de cuenca, la principal actividad es la agricultura, que se complementa con la ganadería y la forestal; también se dan otras actividades como son la cacería y la pesca.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

La agricultura se realiza en zonas aledañas a la laguna, en donde el uso de suelo para esta actividad es predominante, con un 46% de la superficie total. Los principales cultivos son la cebada, el trigo y el maíz. La ganadería es una actividad secundaria, con una explotación de ganado bovino, ovino, porcino y aves de corral a nivel familiar (FIRCO, 1992).

Hasta hace unos 25 años la laguna producía suficiente tule para su procesamiento en tejidos artesanales en las ciudades de Tlaxcala y Puebla, actualmente se ha abandonado el aprovechamiento del recurso debido a la reducción del humedal, sin embargo, es importante generar propuestas para el rescate de esta actividad (Jiménez y Juárez, 1996).

Aprovechando los ciclos migratorios de algunas aves, hay una temporada de cacería de patos y cercetas, actividad que se realiza de manera regulada por la SEMARNAT.

El turismo es una de las actividades de importancia local, ya que representa ingresos económicos a las localidades cercanas a la laguna. Dentro de este rubro se conjuntan tres actividades principales que son la caza, la gastronomía propia de la región a base de recursos como la rana (proveniente del Estado de Michoacán), el ajolote, el pato y la carpa, que son producto de la pesca y la caza que constituyen una fuente de comercio local en menor proporción que la agricultura y la ganadería ovina. Derivado de lo anterior, se han establecido restaurantes en las cercanías de la laguna, para ofrecer a los visitantes platillos preparados a base de estos recursos (Huizar-Alvarez et al, 2000). Por último están los paseos o recorridos turísticos al interior de la laguna.

El principal aprovechamiento que se obtiene de la laguna es la pesca comercial. Entre las especies que mas se capturan, encontramos a las *carpas Cypirinus carpio* (común) y

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Carassius auratus (carasio) que fueron los primeros ciprinidos introducidos (Lot-Helgueras y Novelo-Retana, 1978); además en los últimos 10 años se han sembrado las carpas Israel, barrigona, negra, plateada y herbívora.

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

IV.1 Delimitación del área de estudio

Como ya mencionó el proyecto de Control y Manejo de Tule de la Laguna de Tecocomulco, se ubica dentro de la Cuenca del mismo nombre, sitio que presenta alteraciones en sus condiciones ambientales originales de fauna y vegetación, ocasionadas por las actividades antrópicas que se llevan a cabo en la zona de estudio.

De acuerdo con las actividades a desarrollar durante las diversas etapas del proyecto y las características del medio natural y social, el área de influencia del proyecto se determinó de acuerdo con:

1) Las dimensiones del proyecto

La superficie que ocupara en su totalidad el proyecto para el control y manejo de Tule, corresponde el área de la laguna de Tecocomulco. Así como los sitios previstos para la disposición final del tule.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

2) Las actividades a realizar

A continuación se mencionan las cuatro grandes etapas relacionadas con el proyecto de Control y manejo del tule para el ejercicio 2007.

Etapas	Actividades
Primera	Zonificación de la laguna
Segunda	a) Corte y extracción mecanizado b) Corte y extracción manual (ampliación de senderos de navegación). c) Retiro de tule.
Tercera	Selección de predios para concentración y acopio de tule.
Cuarta	Manejo y disposición de tule.

3) Los factores sociales y económicos

Los poblados próximos a la Laguna de Tecocomulco que interactúan directamente con el proyecto, que en general ha tenido y siguen teniendo un impacto sobre los recursos naturales y el medio ambiente; la relación población-ambiente es compleja puesto que implica procesos de interrelación a través de factores económicos, territoriales, culturales, etc., que en general marcan el proceso de desarrollo y su vinculación con su entorno.

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

La superficie de la cuenca de la Laguna de Tecocomulco se localiza en la región biogeográfica Neártica, SEMARNAP (2000) define a las regiones biogeográficas como zonas en las que se divide a la superficie actual de la Tierra en función del origen de sus flora y

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

fauna; la región biogeográfica Neártica es la que hoy comprende casi todo el territorio de Norteamérica al norte de la Sierra Transversal Mexicana.

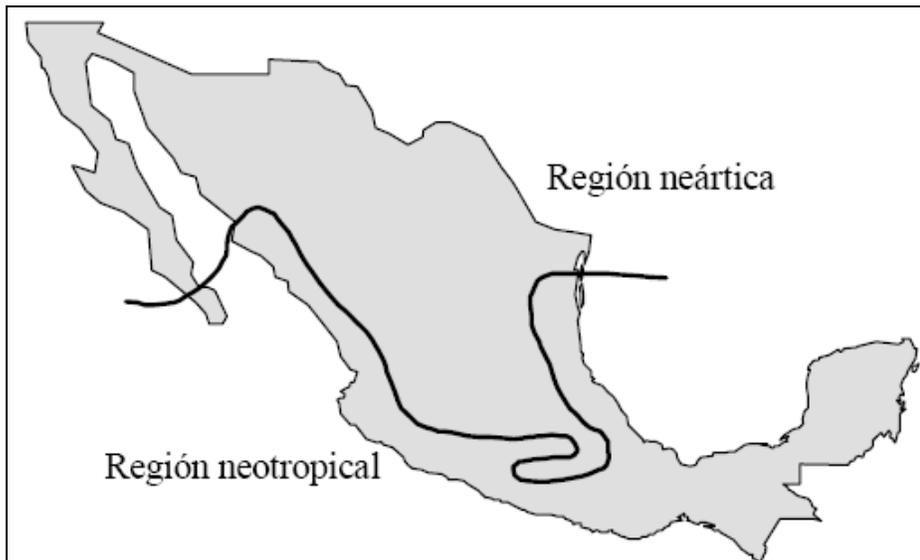


Figura. Distribución de las regiones biogeográficas en México (CONABIO, 1998)

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

IV.2.1 Aspectos abióticos

Biogeografía

De acuerdo a la clasificación de *Regiones Biogeográficas Mundiales*, para el estado de Hidalgo, dada su ubicación geográfica, incluye la presencia de dos Regiones Biogeográficas: Neártica y Neotropical; para el caso particular de la Laguna de Tecocomulco corresponde la Región Neártica.

Por su relieve la Laguna de Tecocomulco se encuentra dentro de la Provincia Fisiográfica del Sistema Volcánico Transversal.

Clima

De acuerdo con la clasificación climática de Köppen modificada por García, el clima corresponde al C(W₁) (W) b (i), es templado subhúmedo con lluvias en verano (junio - septiembre), con una temperatura media anual que va 12 a 18°C, con fluctuaciones diurnas, la temperatura del mes más frío oscila entre 3 y 18°C, y el más cálido entre 6.5 a 22°C, la precipitación pluvial media anual es de 600 a 700 mm. La época de estiaje es de diciembre a marzo.

Geología y geomorfología

El material geológico de las partes bajas de la cuenca de Tecocomulco donde se encuentra

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

la laguna, está constituido principalmente por material de aluvión y suelos residuales, mientras que en las partes altas el material geológico se encuentra constituido por rocas ígneas y un mínimo de rocas sedimentarias, en el primer caso se tienen basaltos, andesita, toba, riolita y brecha volcánica, en el segundo caso se encuentra únicamente arenisca conglomerado.

Esta cuenca como parte de la Provincia del Eje Neovolcánico se caracteriza por la presencia de grandes cadenas montañosas de origen volcánico que dan origen a una cuenca cerrada ocupada por la Laguna de Tecocomulco. Esta laguna se formó por el bloqueo del drenaje original, debido a lavas u otros productos volcánicos.

Dentro de esta cuenca encontramos formaciones orográficas importantes como la Sierra del Tepozan con alturas mayores a 2800 msnm que son parte de la recarga natural hacia la Laguna de Tecocomulco.

Suelos

De acuerdo con la carta de suelos CETENAL (1975) e INEGI (1983) en la subcuenca de Tecocomulco existen 9 diferentes unidades de suelo, en términos generales el suelo que mayor área ocupa es el feozem, en orden decreciente sigue el vertisol, litosol, regosol, cambisol, planosol, Luvisol, gleysol y fluvisol.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

De acuerdo a la clasificación de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la biodiversidad (CONABIO), basado en FAO, la distribución de unidades edafológicas para la Subcuenca de la Laguna de Tecocomulco corresponde a 9 unidades.

Distribución de unidades edafológicas en la cuenca de Tecocomulco

NOMBRE	UNIDAD	AREA (HA)	(%)
Andosol húmico	Th	1,324.52	3.17
Feozem aplico	Hh	2,0412.61	48.90
Feozem luvico	Hi	1,608.31	3.85
Cambisol húmico	Bh	1,412.38	3.38
Vertisol pélico	Vp	7,238.29	17.34
Planosol molico	Wm	1,779.79	4.26
Regosol distrito	Rd	3,897.19	9.34
Litosol	I	3,505.24	8.40
Luvisol ortico	Lo	561.83	1.35

Andosol (T). Es un suelo derivado de cenizas volcánicas, caracterizado por tener una capa superficial de color negro a café oscuro y ser muy esponjoso y suelto. Estas características lo hacen ser altamente susceptible a la erosión. El Andosol húmico **Th** presenta una capa superficial algo gruesa, oscura pero pobre en nutrientes, con terrones muy duros cuando están secos.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Feozem (H). Derivado del nombre en griego phaios que significa pardo y de la palabra rusa zemlji que significa tierra. Es un suelo de color o café oscuro, de profundidad y susceptibilidad a la erosión variables de acuerdo al sitio donde se localiza. El Feozem lúvico **HI** presenta un subsuelo más rico en arcilla que la capa superficial mientras que el Feozem háplico **Hh** no presenta ninguna otra propiedad especial.

Vertisol (V). Derivación del nombre de la palabra latina verto que significa voltear, connotativa del volteo hacia debajo de la superficie del suelo. Son suelos que presentan grietas anchas y profundas en la época de sequía, son suelos muy pesados y difíciles de trabajar, arcillosos y masivos, frecuentemente de color negro, gris o rojizo. Son de climas templados y cálidos con una marcada estación de sequía y otra lluviosa. Su vegetación naturales es muy variada. Su susceptibilidad a la erosión es baja. Los vertisoles pélicos **Vp** son suelos muy oscuros.

Litosol (I). Derivado del nombre de la palabra griega lithos que significa piedra; connotativa de suelos con roca dura a muy poca profundidad. Tiene características variables, en función del material que lo forma, puede ser fértil ó infértil, arenoso ó arcilloso. Su susceptibilidad a la erosión depende de la zona en que se encuentre, de la topografía, la cobertura vegetal, la pendiente, entre otras. De esta manera, la erosión que afecta este tipo de suelo puede ser desde moderada hasta muy alta.

Regosol (R). Derivación del nombre de la palabra griega rhegos que significa cobija, manta; connotativa del manto de material suelto sobre la roca. Suelos sin estructura y de textura variable, muy parecidos a la roca madre. Regosol Dístico **Rd** con subsuelo pobre o muy pobre de nutrientes.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Cambisol (B). Suelos con un subsuelo muy diferente a simple vista en color y textura a la capa superficial. La capa superficial puede ser oscura, con más de 25 cm de espesor pero pobre en nutrientes y en ocasiones sin diferenciación. El Cambisol Húmico **Bh** presenta una capa superficial oscura, a veces gruesa, de regular a buen contenidos de materia orgánica pero pobre en nutrientes.

Planosol (W). Derivación del nombre de la palabra latina planus que significa plano, nivelado; connotativa de suelos, por lo general, desarrollados en sitios de topografía plana ó con depresiones mal drenadas. Suelos situados generalmente en depresiones topográficas. Tiene un subsuelo arcilloso que disminuye el drenaje considerablemente. El Planosol mólico **WM** presenta una capa superficial oscura, gruesa, rica en nutrientes y con buen contenidos de materia orgánica.

Luvisol (L). Derivación del nombre de la palabra latina luo que significa lavar; connotativa de la acumulación aluvial de arcilla. Suelos con mucha arcilla acumulada en el subsuelo. Se diferencian de los Acrisoles en que son más fértiles en general. El Luvisol órtico **Lo** no presenta otra característica especial.

Fluvisol. Derivación del nombre de la palabra latina fluvis que significa río; connotativa de las planicies de inundación y depósitos aluviales.

De los tipos de suelos mencionados la mayoría se encuentran combinados entre ellos y las texturas predominantes en el área son la fina y la media.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Orografía

Hacia el norte y este, está delimitada por los cerros que corresponden a las estribaciones de la sierra del norte del Estado de Puebla, mientras que al sur y suroeste lo está por los cerros de Carlota, Xihuingo, Viejo de Tultengo, Viejo de la Palma, Volcán Coatzetzingo, San Miguel y otros, que funcionan como parteaguas con las cuencas vecinas de Tlanalapa y Apan.

Hidrología superficial y subterránea

De acuerdo a la clasificación realizada por la Comisión Nacional de Agua (CNA), la Subcuenca de la Laguna de Tecocomulco es una subdivisión regional hidrológica de la Cuenca del Valle de México, está se ubica en el borde sur de la mesa central, la subcuenca se localiza en la porción noreste de la Cuenca de México, forma parte de la llamada cuenca intermedia 26DU Laguna Tochac y Laguna Tecocomulco, que aporta escurrimientos a la cuenca 26D Río Moctezuma, considerado este como el principal tributario de la Zona “Alto Panuco” que forma parte de la Región Hidrológica RH-26 Río Pánuco.

Desde el punto de vista hidrológico, originalmente se le consideraba dentro del grupo de las “Cuencas cerradas”, es decir por presentar un drenaje de naturaleza endorréico. Pero en el siglo pasado se construyó el dren **Tultengo** para desfogar y controlar el nivel de la laguna. Los desfogues escurren hacia el arroyo Papalote que descargar al Río de las Avenidas, para luego tributar al citado Río Moctezuma.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

La Subcuenca hidrográfica queda comprendida en 2 regiones económicas la de Tulancingo y Pachuca; los municipios de Singuilucan y Cuautepec pertenecen a la región II de Tulancingo y los municipios de Tepeapulco, Apan y Almoloya a la región I de Pachuca.

Los Distritos de Desarrollo Rural de influencia en la Subcuenca hidrográfica de Tecocomulco son el 064 de Pachuca con los municipios de Tepeapulco, Apan y Almoloya; el 065 de Tulancingo con los municipios de Cuautepec y Singuilucan y el de Zacatlán, Puebla.

El escurrimiento superficial es de tipo torrencial y se presenta en la época húmeda (de mayo a octubre). La hidrografía de la subcuenca esta compuesta de varios manantiales, arroyos torrenciales, tres ríos perennes y un cuerpo de agua que ocupa la parte más baja del relieve: conocido como la Laguna de Tecocomulco.

De los tres escurrimientos permanentes, dos nacen en la Sierra del Tepozán, en los bordes del cerro La Peña y son: Arroyo Tepozán cuyo caudal se almacena en la presa Tezoyo, Arroyo Cuatlaco parte del agua que fluye por éste se almacena temporalmente en la presa Benito Juárez y posteriormente fluye hasta llegar a la laguna, cabe destacar que éste arroyo es el único que prácticamente durante todo el año aporta un volumen de agua a la laguna, Arroyo Canoas, nace en el NE, entre los cerros La Paila, del Agua Azul y el Viejo; en época seca se infiltra antes de llegar a la planicie y en el periodo húmedo llega hasta la Laguna.

Existen varias descargas de agua subterránea representadas por manantiales con caudales individuales variables, los de mayor caudal son: Alcantarillas, Reposan, Rancho Nuevo, Piedra Ancha y el Mexicano entre otros. Conforme transcurre la época seca del año los caudales de ellos disminuyen. La mayoría de los manantiales son aprovechados para

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

abastecer de agua a los poblados inmediatos a ellos, conduciendo el agua a través de tuberías. De igual manera la mayoría de los pozos y norias que hay dentro de la subcuenca se explotan con fines de proveer de agua a los pobladores locales.

Escurremientos

La precipitación pluvial de 600 a 700 mm genera un volumen de escurrimiento anual de 1.4 millones de m³, cuyo 88% se concentra de junio a septiembre, la época de estiaje abarca de diciembre a marzo.

Los arroyos que alimentan a la laguna, son del tipo efímero e intermitente ya que sólo presentan escurrimientos en época de lluvias y en algunos casos, solo después de fuertes lluvias; los cauces son en su mayoría estables.

Las fluctuaciones naturales del nivel del agua, ocurren durante la temporada de lluvias después de una abundante precipitación pluvial, el área máxima puede ser hasta de 5,300 ha y la mínima de 1,500 ha. De las montañas que circundan la laguna bajan algunos arroyos que la alimentan; sin embargo, el mayor caudal proviene de los manantiales de la cañada de Alcantarillas. Los principales cauces cubren una longitud de 7.0 km.

Descripción sucinta de la cuenca de captación

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

De acuerdo con la clasificación de humedales propuesta por Dugan (1992), la laguna de Tecocomulco, se ubica dentro de los Sistemas Lacustrinos; depósitos de agua formados por depresiones causadas por fenómenos de origen volcánico.

La cuenca es alimentada por los ríos Coatlaco, Coyuco y Tepozan, además de otras corrientes de menor importancia que bajan de los cerros.

La parte central de la cuenca recibe aportaciones de corrientes pluviales formadas en las laderas de los cerros que la rodean y son estimadas en 12.5 millones de m³ anuales que dan origen a la porción lacustre. Estas corrientes se consideran como estables de acuerdo al estudio de CNA y son factores que coadyuvan a la permanencia del vaso que funciona como regulador de esorrentías y juega un importante papel en la recarga del acuífero de la región.

En esta cuenca, la recarga del acuífero se da en dirección noreste - sureste y proviene de la sierra de Tepozán hacia Tepeapulco. Es un acuífero semiconfinado y subexplotado, dado que la recarga estimada en 14 millones de m³/año, es más alta que la extracción provocada por los 19 aprovechamiento existentes con un consumo de 7 millones de m³/año.

IV.2.2 Aspectos bióticos

Vegetación

De acuerdo al Inventario Nacional Forestal 2000, la vegetación presente en la Cuenca de Tecocomulco corresponde de bosque de encino, bosque de pino, bosque pino-encino,

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

bosque de oyamel, bosque de tascate, matorral crasicaule, pastizal inducido, popal y tular. Caracterizada por presentar vegetación primaria y secundaria, la vegetación primaria está compuesta por estratos arbóreos y arbustivos como es la presencia de bosques, así en las partes más altas de los cerros se localiza oyamel (*Abies religiosa*), seguido de pino-oyamel (*P. montezumae*, *P. patula*, *P. teocote*, *P. hartwegii*), en altitudes menores pino-encino (*Quercus Sp.*), encino-pino y en las laderas son típicos los bosques arbustivos de pino-encino-sabino y sabino (*Alnus sp.*, *Arbutus glandulosa*, *Juniperus spp.*) En el segundo caso son comunes las comunidades de matorral inerme y pastizales (*Zacates* y *Maguey*), Tular.

Listado Florístico

NOMBRE CIENTIFICO

<i>Abies religiosa</i>
<i>Achillea millefolium</i>
<i>Adiantum andicola</i>
<i>Aegopogon cenchroides</i>
<i>Agave sp.</i>
<i>Alchemilla procumbens</i>
<i>Alnus jorullensis</i>
<i>Arbutus glandulosa</i>
<i>Arenaria lycopodioides</i>
<i>Arracacia atropurpurea</i>
<i>Asplenium monanthes</i>
<i>Baccharis conferta</i>
<i>Bidens triplinervia</i>
<i>Brachypodium mexicanum</i>
<i>Brickellia aff.. secundiflora</i>

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Brickellia sp.
Briza subaristata
Buddleia americana L.
Buddleia parviflora
Calea scabra
Ceanothus buxifolius
Ceanothus coeruleus Lag
Cheilanthes myriophylla
Cheilanthes pyramidalis
Cirsium ehrenbergii
Cosmos bipinnatus
Cystopteris fragilis
Cystopteris sp.
Didymaea alsinoides
Elaphoglossum petiolatum
Eupatorium petiolare
Eupatorium calaminthaefolium
Eupatorium cf. Calophyllum
Eupatorium glabratum
Eupatorium isolepis
Eupatorium scorodonioides
Euphorbia hirta var. procumbens
Fuchsia thymifolia
Galium aschenbornii
Geranium potentillifolium
Gnaphalium liebmanni
Helenia brevicornis

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Hedeoma costatum
Helianthemum glomeratum Lag.
Ipomoea tyrianthina
Juniperus flaccida
Lamourouxia multifida
Penstemon campanulatus
Phoradendron galeottii
Pinguicula moranensis
Pinus leiophylla
Pinus michoacana
Pinus montezumae
Pinus patula
Pinus rudis
Pinus teocote
Pleopeltis macrocarpa
Polypodium madrese
Quercus aff. greggii
Quercus crassifolia
Quercus crassipes
Quercus dysophylla
Quercus laurina
Quercus microphylla
Quercus peduncularis
Quercus rugosa
Quercus sideroxylo
Relbunium hypocarpium
Ribes ciliatum

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

<i>Rubis pringlei</i>
<i>Salvia elegans</i>
<i>Salvia lavéis</i>
<i>Sedum moranense</i>
<i>Sedum sp.</i>
<i>Senecio barba</i>
<i>Senecio sinuatus</i>
<i>Seymeria decurva</i>
<i>Solanum cervantesii</i>
<i>Stevia iltisiana</i>
<i>Stevia serrata</i>
<i>Stipa ichu</i>
<i>Symphoricarpos microphyllus</i>
<i>Teramnus sp.</i>
<i>Thalictrum gibbosum</i>
<i>Trifolium amabile</i>
<i>Vaccinium conferta</i>
<i>Verbena cf. Menthaefolia</i>
<i>Verbesina sp.</i>
<i>Vulpia myuros</i>

Desde el punto de vista florístico la Laguna de Tecocomulco representa el último paisaje natural de la vegetación acuática que dominó buena parte de la Cuenca de México, y con ello la referencia de elementos importantes de la flora del Valle de México.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

La vegetación de la Laguna de Tecocomulco, está constituida por una serie de asociaciones que se distribuyen en la mayoría de los casos con una cierta zonificación relacionada con el nivel del agua y la topografía (Lot y Novelo, 1978). La extensión y permanencia de cada asociación está dominada por cierta forma de vida. El tular de *Schoenoplectus*, es sin duda la comunidad más importante que se presenta en las zonas permanentemente inundadas del cuerpo de agua.

IV.2.2.2. Principales asociaciones de la vegetación acuática

Hidrófitas emergentes

Bajo este tipo de vegetación se describen aquellos elementos que están arraigados al sustrato y gran parte de la planta se levanta por encima del agua. Como se mencionó, el tular de *Schoenoplectus californicus* puede alcanzar tallas de dos a cuatro metros y constituyen el habitat de otras formas de vida más pequeñas que son dispersadas por el viento por su condición de libres flotadoras y sumergidas; entre estas destacan *Ricciocarpus natans*, *Utricularia gibba*, *U. vulgaris* y especies de lemnáceas.

En las zonas inundables marginales principalmente en la parte este, se localizan manchones dispersos de *Liliaeopsis schaffneriana*, *Limosella aquatica*, *Lilaea scilloides*, *Polygonum punctatum* y *P. lapathifolium*. En las partes claramente perturbadas por el hombre se han favorecido manchones de *Typha latifolia*, *Schoenoplectus americanus* y *Rumex verticillatus*.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Hidrófitas de hojas flotantes

En las zonas abiertas del tular, destaca por sus vistosas flores amarillas, una hidrófila enraizada de hojas flotantes, conocida en la región como “lirio” que corresponde a la meniantácea *Nymphoides fallax*. Las asociaciones de *Potamogeton nodosus* y *P. illinoensis* presentan una distribución más amplia en las partes abiertas del tular, como plantas enraizadas que crecen masivamente desde el fondo del sedimento hasta alcanzar el espejo de agua con sus hojas flotantes y estructuras reproductoras. Las zonas más someras de la orilla, principalmente del lado oeste, se encuentran cubiertas parcialmente por el helecho acuático *Marsilea mexicana*, y del lado este, por la compuesta *Jaegeria glabra* e *Hydrocotyle ranunculoides*.

Hidrófitas sumergidas

Las partes de mayor profundidad donde se desarrolla el tular, están cubiertas por plantas arraigadas al fondo con extendidos tallos y hojas sumergidas, representadas principalmente por *Najas guadalupensis* y otras especies de *Potamogeton* (*P. filiformis*, *P. foliosus*, *Stuckenia pectinata*) y por formas sumergidas que se mueven libremente por la acción del viento, al no estar enraizadas al sustrato, como las especies de la conocida planta carnívora del género *Utricularia*.

En esta forma de vida, también se encuentra *Ranunculus trichophyllus* y el musgo acuático *Leptodictyum riparium*, entre los claros del tular. Así mismo, la presencia de una alismatácea (*Sagitaria demersa*) endémica de México, propia de lagos de montaña, en eminente peligro de extinción.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Hidrófitas libremente flotadoras

Las asociaciones con esta forma de vida están restringidas a orillas, recodos y partes abiertas donde se acumulan por la acción del viento. Todas las especies son plantas diminutas, por la hepática *Ricciocarpus natans* y de manera escasa por el helecho *Azolla caroliniana*.

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO
Alismataceae	<i>Sagittaria demersa</i>
Amblystegiaceae	<i>Leptodictyum riparium</i>
Asteraceae	<i>Jaegeria glabra</i>
Cyperaceae	<i>Schoenoplectus americanus</i> <i>S. californicus</i>
Elatinaceae	<i>Elatine americana</i>
Lemnaceae	<i>Lemna gibba</i> <i>Wolffia brasiliensis</i> <i>Wolffiella lingulata</i>
Lentibulariaceae	<i>Utricularia gibba</i> <i>U. vulgaris</i>
Lilaeaceae	<i>Lilaea scilloides</i>
Marsilaceae	<i>Marsilea mexicana</i>
Menyanthaceae	<i>Nymphoides fallax</i>
Najadaceae	<i>Najas guadalupensis</i>

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Onagraceae	<i>Jussiaea repens</i>
Polygonaceae	<i>Polygonum amphibium</i>
	<i>Polygonum lapathifolium</i>
	<i>Polygonum punctatum</i>
	<i>Rumex verticillatus</i>
Potamogetoneaceae	<i>Potamogeton filiformis</i>
	<i>Potamogeton foliosus</i>
	<i>Potamogeton nodosus</i>
	<i>Stuckenia pectinata</i>
Ranunculaceae	<i>Ranunculus trichophyllus</i>
Ricciaceae	<i>Ricciocarpus natans</i>
Salviniaceae	<i>Azolla caroliniana</i>
Scrophulariaceae	<i>Limosella aquatica</i>
Typhaceae	<i>Thypha latifolia</i>
Umbelliferae	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>
	<i>Lilaeopsis schaffneriana</i>
Zannichelliaceae	<i>Zannichellia palustris</i>

Flora ficológica

La flora ficológica de la Laguna de Tecocomulco, esta compuesta por 122 especies, siendo considerada rica e interesante porque las comunidades de algas tienen una composición distinta de los cuerpos de agua dulce que se han estudiado en la región central y el sureste mexicano (Huizar et al. 2005). Está compuesto por miembros de las divisiones Cyanoprokaryota, Cholorophyta, Heterokontophyta y Euglenophyta. La Laguna de Tecocomulco es uno de los pocos lugares donde existen representantes de muchos de los órdenes de algas de agua dulce. Los órdenes presentes son:

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Referente a la composición es importante resaltar que dentro de las Cyanoprokaryota incluyen representantes de *Snowella*, *Microcystis* y *Coelomoron*. Las especies conocidas de estos géneros son típicamente planctónicas, encontrándose en la Laguna como metafíticas, es decir, asociadas con la vegetación litoral. También son de resaltar las especies de Oscillatoriales, entre ellas una de *Arthrospira*, un género con especies que no se encuentran frecuentemente en cuerpos de agua dulce.¹

Con respecto a las Chlorophyta los aspectos que resaltan son, la presencia simultánea de al menos 8 especies de *Chlamydomonas*, un género que comúnmente no es tan diverso en localidades mexicanas. Asimismo, existen crecimientos importantes de *Chaetophora incrassata* y aunque se puede encontrar en un solo punto de la Laguna, es posible que se les pueda encontrar poblaciones distribuidas en el litoral. Resalta la presencia de *Colechaete orbicularis*, una de las especies relacionadas con el posible origen de las plantas terrestres y este es el primer registro para México.²

Algas presentes en la Laguna de Tecocomulco (1980-2000)

ÓRDEN		NOMBRE CIENTIFICO
CYANOPROKARYOTA	CYANOPHYCEAE	<i>Anabaena</i> sp. 1 <i>Anabaena</i> sp. 2 <i>Anabaenopsis circularis</i> <i>Aphanothece</i> sp. <i>Arthrospira</i> sp.

¹ Novelo Eberto, Montejano Gustavo, Cantoral Enrique y Tavera Rosa Luz.

² Novelo Eberto, Montejano Gustavo, Cantoral Enrique y Tavera Rosa Luz.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

		<i>Calothrix epiphytica</i> <i>Merismopedia tenuisima</i> <i>Jaaginema</i> sp. <i>Leiblenia apiphytica</i> <i>Merismopedia</i> <i>Microcystis</i> sp. <i>Nostoc</i> sp. <i>Oscillatoria limosa</i> <i>Oscillatoria</i> sp. <i>Phormidium tenue</i> <i>Phormidium</i> sp. <i>Planktolyngbya</i> sp. <i>Planktothrix agardhii</i> <i>Planktothrix</i> sp. <i>Pseudanabaena</i> sp. <i>Snowella</i> sp. <i>Spirulina</i> sp. <i>Tychonema</i> sp. <i>Wollea</i> sp.
CHLOROPHYTA	CHLOROPHYCEAE	<i>Aphanochaete repens</i> <i>Carteria</i> sp. <i>Chaetophora incrassate</i> <i>Chara</i> sp. <i>Chlamydomonas</i> sp. <i>Closterium</i> sp. <i>Coelastrum astroideum</i> <i>Coleochaete orbicularis</i> <i>Cosmarium</i> sp.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

		<i>Desmococcus olivaceus</i> <i>Follicularia</i> sp. <i>Golenkinia radiata</i> <i>Gonium pectorale</i> <i>Kirchneriella</i> sp. <i>Monoraphidium contortum</i> <i>Monoraphidium griffithii</i> <i>Oedogonium</i> sp.
--	--	---

IV.2.3.1. Fauna característica del área del proyecto

La Cuenca y la laguna de Tecocomulco representan un área ecológica, actualmente deteriorada, importante por la existencia de una variedad de hábitats apropiados, para el desarrollo de diferentes formas de vida, en donde cohabitan especies faunísticas de mamíferos, aves, reptiles y anfibios. En donde, especialmente se reconoce la importancia del grupo de las aves acuáticas y terrestres por el valor que representa para su conservación, así como el mantener la permanencia de sus poblaciones en el área; considerándolas como un indicador de la calidad ambiental del humedal y del área de influencia, considerada como una área prioritaria para la distribución de las aves.

Aves

La mayor diversidad faunística, la representan las aves; subsisten cerca de 120 especies en la laguna de Tecocomulco y sus alrededores, es decir que aquí se encuentran representadas el 53% del total de las especies de aves de la Cuenca de México y el 12% de la de México.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

De un total de 120 especies, 45 son acuáticas, es decir el 37.5% y 75 terrestres, es decir el 62.5%. De las 45 especies de aves acuáticas 37 son migratorias de invierno y 8 especies son residentes, desarrollando su ciclo vital en la Laguna de Tecocomulco.

De las especies acuáticas 29 son migratorias y 13 son residentes, de estas últimas 6 son andantes. De las especies terrestres, el zanate (*Quiscalus mexicanus*) y el tordo charretero (*Agelaius phoeniceus*), habitan la laguna todo el año.

Durante la época migratoria llegan a este lugar otros tordos de las especies *Xanthocephalus xanthocephalus*, *Molothrus ater* y *Molothrus aeneus*, así como 9 especies de garzas de la familia Ardeidae, predominando la garcita blanca dedos amarillos (*Egretta thula*) y el garzón blanco (*Casmerodius albus*), con poblaciones entre 200 y 60 respectivamente. Otra familia es Anatidae con 14 especies, abundando la cerceta de alas azules (*Anas discors*) y el pato tepalcate (*Oxyura jamaicensis*), con poblaciones de 3000 y 5000 individuos respectivamente durante el mes de febrero, al término de la temporada de cacería.

Destaca también el pato mexicano (*Anas diazi*) catalogado con status de protección. Otras aves de interés cinegético son las gallaretas (*Áulica americana*) y de las gallinas de agua (*Gallinula chloropus*).

Cuadro. Aves presentes en la Cuenca y la laguna de Tecocomulco.

	NOMBRE COMÚN
FAMILIA PODICIPEDIDAE <i>Tachybaptus dominicus</i>	Zambullidor menor

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

<i>Podilymbus podiceps</i> <i>Podiceps nigricollis</i> <i>Aechmophorus occidentalis</i>	Zambullidor Zambullidor Achichilique
FAMILIA PELECANIDAE <i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	Pelicano blanco
FAMILIA PHALACROCORACIDAE <i>Phalacrocorax olivaceus</i>	Cormorán
FAMILIA ARDEIDAE <i>Botaurus lentiginosus</i> <i>Ardea herodias</i> <i>Casmerodius albus</i> <i>Egretta thula</i> <i>Egretta caerulea</i> <i>Egretta tricolor</i> <i>Bubulcus ibis</i> <i>Butorides striatus</i> <i>Nycticorax nycticorax</i>	
FAMILIA THRESKIORNITHIDAE <i>Plegadis chiohi</i>	Cualverjón
FAMILIA ANATIDAE <i>Anas crecca crecca</i> <i>Anas platyhyrnychos</i> <i>Anas diazii</i> <i>Anas acuta</i> <i>Anas discors</i> <i>Anas cyanoptera</i>	Garceta ala verde Pato de collar Pato mexicano Pato golondrino Garceta alas azules Pato canela

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

<i>Anas clypeata</i> <i>Anas strepera</i> <i>Anas americana</i> <i>Aythya valisineria</i> <i>Aythya americana</i> <i>Aythya collaris</i> <i>Aythya marila</i> <i>Aythya affinis</i> <i>Oxyura jamaicensis</i>	Pato cucharón Pato pinto Pato chalcuán Pato coacoxtle Pato cabeza roja Pato pico anillado Pato boludo mayor Pato boludo menor Pato tepalcate
FAMILIA RALLIDAE <i>Rallus longirostris</i> <i>Rallus limicola</i> <i>Porzana Carolina</i> <i>Gallinula chloropus</i> <i>Fulica americana</i>	Rascón real Rascón Gallito Carmelillo Gallareta
FAMILIA CHARADRIDAE <i>Charadrius vociferus</i>	Tildío
FAMILIA RECURVIROSTRIDAE <i>Himantopus mexicanus</i> <i>Recurvirostra americana</i>	Candelero, monjita Avoceta
FAMILIA SCOLOPACIDAE <i>Tringa melanoleuca</i> <i>Tringa solitaria</i> <i>Catoptrophorus semipalmatus</i> <i>Actitis macularia</i> <i>Calidris minutilla</i>	Chichicuilote Chichicuilote Chichicuilote Alza colita Chichicuilotito

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.

<i>Calidris bairdii</i>	Chichicuilotito
FAMILIA PHALAROPODIDAE <i>Phalaropus lobatus</i>	Faláropo
FAMILIA LARIDAE <i>Larus delawarensis</i>	Gaviota
FAMILIA ALCEDINIDAE <i>Ceryle alcyon</i>	Martín pescador

Cuadro. Aves presentes en la Cuenca y la laguna de Tecocomulco

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
<i>Lampornis clemenciae</i>	Chupaflor
<i>Eugenes fulgens</i>	Chupamirto real
<i>Cytonyx montezumae</i>	Codorniz
<i>Colibrí thalassinus</i>	Colibrí
<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos
<i>Tazostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche
<i>Bartramia longicauda</i>	Ganga
<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán
<i>Petrochetidon pyrrhonota</i>	Golondrina
<i>Carpodacus mexicanus</i>	Gorrión
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión doméstico
<i>Falco sparverius</i>	Halcón
<i>Zenaida macroura</i>	Huilota
<i>Ptilononys cinereus</i>	Jilguero
<i>Sayornis phoebe</i>	Mosquetero llanero

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.

<i>Columba livia</i>	Paloma doméstica
<i>Turdus migratorius</i>	Primavera
<i>Otus asio</i>	Tecolote
<i>Scardebella inca</i>	Tortolita
<i>Streptoprocne semicollarias</i>	Vencejo
<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle
<i>Aphelocoma ultramarina</i>	Azulejo
<i>Casmerodius albus</i>	Garza blanca
<i>Egretta thula</i>	Garceta piel dorada
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza chapulinera
<i>Egretta caerulea</i>	Garceta azul
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Garza nocturna
<i>Plegadis chini</i>	Corvejón, Ibis cara oscura
<i>Anas clypeata</i>	Pato cuaresmeño
<i>Anas discors</i>	Cerceta de alas azules
<i>Gallinula chloropus</i>	Gallina de agua
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Teotzanatl, Zanate ó urraca
<i>Agelaius phonicus</i>	Tordo charratero, sargento o acolchichic
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina común ó Cuicuitzcatl

Mamíferos

Dentro de las especies de mamíferos, para la cuenca de Tecocomulco y localidades adyacentes, de acuerdo a Ceballos González y Galindo Leal (1984) se menciona la

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

presencia de 33 especies de mamíferos, de las cuales el orden Rodentia comprende 19 especies (57.5%), seguido del Orden Quiróptera y Carnívora, ambos con 5 especies (15.1%). Entre los mamíferos destaca la presencia de la mangosta o comadreja (*Mustela frenata*).

Cuadro. Mamíferos presentes en la Cuenca y la laguna de Tecocomulco.

ESPECIES	NOMBRE COMÚN
Orden Chiroptera	
<i>Myotis yumanensis lutosus</i>	Murciélago
<i>Myotis velifer velifer</i>	Murciélago
<i>Eptesicus fuscus miradorensis</i>	Murciélago
<i>Plecotus mexicanus</i>	Murciélago
<i>Tadarida brasiliensis mexicana</i>	Murciélago
Orden Edentata	
<i>Dasyopus novemcinctus mexicanus</i>	Armadillo
Orden Lagomorpha	
<i>Sylvilagus floridanus orizabae</i>	Conejo castellano
<i>Sylvilagus audubonii parvulus</i>	Conejo
<i>Lepus californicus festinus</i>	Liebre de cola negra
Orden Rodentia	
<i>Spermophilus mexicanus mexicanus</i>	Ardilla de tierra, Hurón, Motocle
<i>Spermophilus variegatus variegatus</i>	Ardillón, Ardilla de pedregal, Techalote

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.

<i>Glaucomys volans goldmani</i>	Ardilla voladora
<i>Thomomys umbrinus ssp</i>	Tuza
<i>Pappogeomys merriami irolonis</i>	Tuza
<i>Perognathus flavus mexicanus</i>	Ratón
<i>Dipodomys ordii palmeri</i>	Rata canguro
<i>Liomys irroratus alleni</i>	Ratón
<i>Reithrodonthomys megalotis saturatus</i>	Ratón
<i>Peromyscus maniculatus ssp</i>	Ratón
<i>Peromyscus maniculatus fulvus</i>	Ratón
<i>Peromyscus truei gratus</i>	Ratón
<i>Peromyscus difficilis ssp</i>	Ratón
<i>Peromyscus difficilis amplus</i>	Ratón
<i>Baiomys taylori analogus</i>	Ratón pigmeo
<i>Microtus mexicanus mexicanus</i>	Metorito
<i>Rattus rattus alexandrinus</i>	Rata negra
<i>Rattus norvegicus norvegicus</i>	Rata gris
<i>Mus musculus brevisrostris</i>	Ratón gris
Orden Carnívora	
<i>Canis latrans cagottis</i>	Coyote
<i>Bassariscus astutus astutus</i>	Cacomixtle
<i>Spilogale putorius angustifrons</i>	Zorrillo manchado
<i>Mephitis macroura macroura</i>	Zorrillo listado
<i>Conepatus mesoleucus mesoleucus</i>	Zorrillo de espalda blanca

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Reptiles

Los reptiles comprenden 9 familias y 26 especies, entre las cuales se encuentra la familia Phrynosomatidae, así como *Barisia limbricata* que se encuentra en peligro de extinción. Destaca la presencia de las tortugas y algunas víboras de agua que habitan en la laguna como consumidores de plantas acuáticas, charales, pequeñas carpas e insectos.

Fauna acuática

Existe dos especies de peces: una endémica (exclusiva) del altiplano de México, el charal, *Chirostoma jordani*, y otra especie introducida, proveniente de China, la carpa, *Cyprinus carpio*. La carpa constituye una fuente de alimento para los pobladores ribereños del lago; y desde el punto de vista ecológico es la base de la alimentación de las aves piscívoras como las garzas.

También subsisten los ajolotes (*Ambystoma mexicanum* y *Ambystoma tigrinum*), anfibios capaces de alcanzar la madurez sexual en estado larvario, cuando aún presentan sus branquias respiratorias en el cuello. Estas dos especies de batracios son endémicas, de nuestro País es decir, actualmente sólo se les encuentra en México.

Entre los batracios de la laguna de Tecocomulco también existe la rana de Moctezuma de la especie *Rana montezumae*, que también es una especie endémica de México. Martín Rodríguez Blanco (1989).

	NOMBRE COMÚN	
--	--------------	--

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Peces		
Familia Atherinidar <i>Criostoma jordani</i>	Charal	Endémico
Familia Ciprinidae <i>Ciprinus carpio</i>	Carpa	Introducido
Anfibios		
Familia Ranidae <i>Rana montezuma</i> <i>Rana catasbeiana</i>	Rana de moctezuma Rana toro	Endémico Introducida
Familia Ambystomidae <i>Ambystoma mexicanum</i> <i>Ambystoma tigrinum</i>	Ajolote Ajolote	Endémico Endémico

IV.2.3 Paisaje

El área de la cuenca de Tecocomulco está ubicada dentro de la Cuenca de México la cual a su vez corresponde al Cinturón Volcánico Trans-Mexicano. La forma general de la cuenca de México puede considerarse en un polígono irregular, alargado de noreste a suroeste de una longitud de 158 Km., y una anchura máxima de 107 Km., en promedio. Se caracteriza por una gran diversidad morfológica derivados de los numerosos eventos volcánicos, ocurridos durante su formación desde el Mioceno hasta el Holoceno.

La cuenca de Tecocomulco tiene 536.67 km² de superficie de los cuales 95 km² corresponden a la planicie, el resto se distribuye entre relieves de lomeríos y la zona de montaña. Esta región se puede apreciar gran cantidad de volcanes cuaternarios, domos y calderas volcánicas, todos ellos son estructuras que muestran avances variados de erosión. De esta manera, pueden identificarse en una diversidad de paisajes naturales, representados de manera general por grandes montañas, lomeríos y amplias planicies.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

En la cuenca de Tecocomulco comprendida entre dos regiones de integración territorial al norte con la de Tulancingo y al sur con el municipio de Cuautepec, se ubica el embalse de la Laguna de Tecocomulco. Localizada a 17 km al noroeste de ciudad Sahagún, en la confluencia de los municipios de Tepeapulco, Cuautepec y Apan.

La laguna de Tecocomulco es un paisaje ecológico de gran importancia regional, considerada como un humedal que forma parte de la cuenca hidrográfica del Valle de México y representa actualmente uno de los cuerpos de agua más importantes del Estado, no sólo por su extensión, sino por lo poco contaminado de sus aguas y lo bien conservado de su flora acuática.

La laguna de Tecocomulco está a 260 metros más de elevación respecto del nivel de la ciudad de México 100 más respecto a Pachuca, así como de otras ciudades importantes como Tulancingo, Tepeapulco y Ciudad Sahagún. Esta elevación le confiere a Tecocomulco su condición de área de recarga para el agua subterránea de las ciudades y pueblos aledaños y de la parte baja de la cuenca hidrológica de México, donde se ubica la ciudad de México (Huizar-Alvarez, et al 2001).

Es un relicto del antiguo ecosistema lacustre que predominó en toda la Cuenca de México hasta finales de 1940. Se le considera como el último humedal relicto en el que se refugian y habitan peces, anfibios y aves acuáticas características de lo que fueron los Lagos del Anáhuac

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

La Laguna de Tecocomulco, constituye el hábitat natural de varias especies de vertebrados endémicos de México. Otro aspecto importante de la existencia de la laguna de Tecocomulco, es que constituye un lugar de descanso e hibernación de aves acuáticas y terrestres migratorias que cada año vienen desde el sur de Canadá y el norte de los Estados Unidos.

La laguna de Tecocomulco constituye el último reducto ecológico donde sobreviven 36 especies de plantas acuáticas que antiguamente habitaron los grandes lagos de Anáhuac y constituyeron una de las características ecológicas representativas del paisaje lacustre precolombino.

IV.2.4 Medio socioeconómico

El propósito es analizar como se relacionan con su entorno las comunidades asentadas en el área de estudio del proyecto, de manera que permita conocer los aspectos demográficos, de hábitat, recursos naturales y servicios ambientales.

Demografía

La Cuenca de la Laguna de Tecocomulco abarca 5 municipios del Estado de Hidalgo, Almoloya, Apan, Cuautepec de Hinojosa, Singuilucan y Tepeapulco, así como el municipio de Chignahuapan del Estado de Puebla.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Estado	Municipio	Población total Municipal	Hombres	Mujeres
Hidalgo	Almoloya	10,638	5,237	5,401
	Apan	39,247	18,700	20,547
	Cuautepec	45,527	21,566	23,961
	Singuilucan	13,143	6,373	6,770
	Tepeapulco	49,850	23,849	26,001
Puebla	Chignahuapan	51,536	25,023	26,513
Total		209,941	100,748	109,193

Para el año 2000, la población asentada en la Cuenca de la Laguna de Tecocomulco era de 14,477 habitantes, distribuidas en 121 localidades (INEGI, 2000). Las comunidades más grandes por el número de habitantes, pertenecen al Estado de Puebla: El Paredón (2,070) y Tres Cabezas (840). Existen también otras comunidades con un rango de población importante como Rancho Nuevo, Tecocomulco de Juárez y Santa Ana Chichicuahtla, ubicadas en el estado de Hidalgo. Para el año 2005 la población registrada para la cuenca asciende a 13,959 habitantes (INEGI, 2005).

Estado	Municipio	No. de comunidades	Población año 2000	Población año 2005
Hidalgo	Almoloya	47	2514	2356
	Apan	24	1482	1351
	Cuautepec	22	3425	3381
	Singuilucan	7	1415	1230
	Tepeapulco	15	2160	1961
Puebla	Chignahuapan	6	3,481	3680
Total		121	14,477	13,959

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

INEGI, 2000, 2005

Municipio de Apan

El municipio de Apan participa con un 9.67% de su población dentro de la Cuenca, equivalente a 1351 habitantes distribuidos de la siguiente manera:

LOCALIDAD	POBLACIÓN TOTAL	POBLACIÓN MASCULINA	POBLACIÓN FEMENINA
Alcantarillas	271	126	145
Cocinillas	207	100	107
Santa Cruz	275	124	151
El Tezoyo	148	72	76
Guadalupe	55	26	29
El Colorado	31	16	15
El Tigre	129	70	59
El Balconcillo (La Palma)	33	14	19
El Coyote (El Chupadero)	18	10	8
La Ermita	8	*	*
El Mirador	24	10	14
Los Ojitos	16	8	8
Ex-hacienda Santa Cruz	2	*	*
El Tejón	10	*	*
Los Barrera	8	*	*
Cerro del Coyote	12	8	4
Santa Rosa	8	*	*
Colonia la Virgencita	36	17	19

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Marcelino Guzmán González	15	7	8
La Joya	18	*	*
San Rafael	8	*	*
Los Montalvo	15	9	6
Celedonio Márquez Sánchez	4	*	*
TOTAL	1351	617	668

Los núcleos de población más importantes son: El Tezoyo, Cocinillas, Santa Cruz y Alcantarillas, dichas localidades concentran el 66.7% de la población del municipio con respecto a la Cuenca.

Municipio de Almoloya

El municipio de Almoloya aporta el mayor numero de localidades a la cuenca, con un total de 47 localidades, asimismo existe una alta diferencia en la concentración de gente por localidad, el valor mínimo es de 2 habitantes para El Mirador y el Pájaro y el máximo de 407 para El Tepozan. El municipio de Almoloya participa con 2356 habitantes que representa el 16.87% con respecto al total de la cuenca.

LOCALIDAD	POBLACIÓN TOTAL	POBLACIÓN MASCULINA	POBLACIÓN FEMENINA
El Capulín	11	*	*
El Carmen	9	*	*

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Hacienda Cuatlaco	42	20	22
Hacienda Coliuca	8	*	*
El Cuatezón	10	4	6
Golondrinas	18	9	9
Huacalillos	23	8	15
Huimiyucan	88	41	47
Las Maravillas	14	*	*
La Mesa del Gallo	3	*	*
El Mexicano	4	*	*
La Ordeña	14	10	4
La Presa	14	9	5
Rancho Nuevo	728	361	367
El Refugio	8	*	*
Cuatlaco	180	100	80
San José Coliuca	192	98	94
San Juan Violeta	28	14	14
Techachales	7	*	*
El Tepozán	407	206	201
Tepozán	7	*	*
Las Vigas	96	45	51
La Violeta	39	17	22
La Misa	35	19	16
El Portezuelo	6	*	*
La Providencia	17	*	*
La Loma	14	7	7
Las Palomas	4	*	*
Hacienda Rancho Nuevo	19	10	9
La Fragua	5	*	*

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Cuatro Vientos	3	*	*
San Francisco Javier	2	*	*
Laguna del Puerco	41	26	15
El Lindero	39	15	24
Santa Elena	9	6	3
Los Ángeles	2	*	*
Los Ojitos	12	6	6
El Pájaro	2	*	*
El Pozo	147	77	70
Santa Inés	4	*	*
Rancho San Francisco	7	*	*
El Lindero Viejo	5	*	*
El Mirador	2	*	*
La Providencia	6	*	*
El Rincón del Aserradero	6	*	*
El Retiro	10	*	*
Rancho Tecontitlan	9	*	*
TOTAL	2356		

Municipio de Cuautepec

El municipio de Cuautepec participa con 3,398 de habitantes que equivalen al 24.34 % con respecto al total de los habitantes distribuidos en la cuenca.

LOCALIDAD	POBLACIÓN TOTAL	POBLACIÓN MASCULINA	POBLACIÓN FEMENINA
Las Ánimas	374	174	200
Coatzetengo	296	140	156

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

El Coyuco	300	130	170
Lomas de Ojuila	264	118	146
San Rafael Mazatepec	260	132	128
La Palma	338	159	179
La Puerta	50	21	29
San Juan Tecocomulco	195	98	97
Tecocomulco de Juárez	590	274	316
La Cañada	359	169	190
Las Conchas	78	36	42
La Isleta	17	9	8
Maravillas	86	43	43
La Reforma	37	20	17
San Isidro	34	16	18
La Unión	7	*	*
El Abertal	4	*	*
La Coronilla	25	17	8
La Cueva del Tezontle	23	13	10
El Emporio	2	*	*
El Encinal	33	17	16
La Gloria	9	*	*
Nopal Alto	17	6	11
TOTAL	3398	1592	1784

Las localidades de mayor importancia son: Tecocomulco de Juárez, Las Animas, La Cañada y La Palma, en conjunto representan el 48.9% de pobladores que pertenecen al municipio de Cuautepec y se ubican dentro de la cuenca. Así mismo la suma de los habitantes de ésta

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

zona, con respecto a la cuenca significa el 26% y la caracteriza como la de mayor participación poblacional.

Municipio de Tepeapulco

El municipio de Tepeapulco participa con 1961 habitantes que con respecto a la cuenca representan el 14.04% del total. Las principales localidades son: Tultengo, Vista Hermosa, San Miguel Allende, Francisco Sarabia y Palo Hueco.

LOCALIDAD	POBLACIÓN TOTAL	POBLACIÓN MASCULINA	POBLACIÓN FEMENINA
Francisco Sarabia (Corralillos)	406	201	205
Jagüey Prieto	101	58	43
Palo Hueco	294	144	150
San Miguel Allende	408	201	207
Tultengo	266	123	143
Vista Hermosa	139	63	76
La Estación Ocho	53	27	26
La Rinconada	123	59	64
Granja de Aguilera	10		
Palmillas	66	66	30
Rancho Zarate	3		
La Isleta	4		
Tlacatepa	85	39	46

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Pueblillas	1		
Rancho Los Ortiz	2		
TOTAL	1961	981	990

Municipio de Singuilucan

El municipio de Singuilucan tiene una población de 1230 habitantes, con una participación del 8.8%. Sus principales poblaciones son: Francisco I. Madero, Santa Ana Chichicautla y Plutarco Elías Calles.

LOCALIDAD	POBLACIÓN TOTAL	POBLACIÓN MASCULINA	POBLACIÓN FEMENINA
Francisco I. Madero	341	164	177
Plutarco Elías Calles	143	73	70
Santa Ana Chichicautla	555	283	272
Tlazala	54	28	26
Las Galeras	71	32	39
La Raya	57	25	32
Las Canoas	9		
TOTAL	1230	605	616

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Municipio de Chignahuapan

El municipio de Chignahuapan tiene una población de 3680 habitantes, con una participación del 26.36%. Sus principales poblaciones son: Tres Cabezas, El Paredón y San Isidro Coliuca.

LOCALIDAD	POBLACIÓN TOTAL	POBLACIÓN MASCULINA	POBLACIÓN FEMENINA
El Paredón	2088	979	1109
San Isidro Coliuca	208	104	104
Tecoloquillo	262	126	136
Tres Cabezas	903	412	491
San Claudio (Carretero)	181	89	83
El Reparó	38	22	16
TOTAL	3680	1732	1948

Con lo respecta a los habitantes que habitan en la ribera de la Laguna de Tecocomulco, corresponde a una población de 2,872 habitantes distribuidos en 17 localidades ribereñas (San Miguel Allende, La Rinconada, La Isleta, San Rafael Mazatepec, La Providencia, Cocinillas, Granja de Aguilera, Vista Hermosa, Tultengo, Francisco Sarabia, La Palma, Tecocomulco de Juárez, La Isla, La Estación Ocho, Palo Hueco).

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Procesos migratorios

El desempleo y la falta de ocupación en el sector primario son, entre otras las causas fundamentales por las que los hombres del campo emigran a las ciudades. En la cuenca de Tecocomulco se registra un alto índice de emigración, la gente acude a lugares donde pueda emplearse y vender su fuerza de trabajo, muchas veces ésta emigración es temporal (cosechas) y otras veces definitiva.

Los habitantes de la cuenca emigran desde edades tempranas (12-13 años) y gente mayor (35-40 años), tanto hombres y mujeres salen emplearse en ciudades como: Tulancingo, Apan, Distrito Federal, Veracruz y Guanajuato y otros emigran a los Estados Unidos de Norteamérica.

Aproximadamente el 47% de la población de la cuenca emigran temporalmente durante épocas de cosechas en los estados mencionados y algunos otros que consiguen empleo estable como obreros u otra actividad. Las personas que emigran a Estados Unidos generalmente lo hacen de manera definitiva.

Niveles de vida y bienestar social

El bienestar social de las localidades que comprenden a la cuenca hidrográfica de Tecocomulco se ubica en un nivel bajo, dicha afirmación se encuentra ligada con la escasa diversidad productiva de la región que se concentra en el sector primario (agropecuaria).

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Las actividades predominantes en la región son: agricultura, ganadería y silvicultura. Tienen una agricultura de temporal, una ganadería extensiva y la explotación forestal en su mayoría es inadecuada, tales situaciones repercuten en el nivel de vida de los pobladores, donde el sector agropecuario es su principal fuente de ingresos, el cual no se encuentra bien encausado.

Otro factor importante es la distribución espacial de la población que obedece a una zona rural conformada en su mayoría por rancherías dispersas y con pocos habitantes.

Educación

Los niveles educativos impartidos en la zona de estudio abarcan el preescolar, primaria y secundaria, estas instituciones se encuentran ubicadas en las localidades principales de la cuenca.

El grado de escolaridad promedio en las 115 comunidades del Estado de Hidalgo presentes en la cuenca es de 4.08, lo que significa una limitante importante que hay que considerar para las acciones de educación. El municipio con menor grado de escolaridad es Apan con 3.64, le sigue Singuilucan con 3.84, Cuautepec con 4.09, Almoloya con 4.33 y Tepeapulco con 4.52

Servicios médicos

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

La zona de estudio tiene acceso a la atención médica a través de la Secretaría de Salud (S.S.A.) para población abierta y para los asegurados por medio del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).

Vivienda

ESTADO	MUNICIPIO	No. DE VIVIENDAS
Hidalgo	Almoloya	734
	Apan	461
	Cuautepec	1177
	Singuilucan	416
	Tepeapulco	746
Puebla	Chignahuapan	1061
Total		4,595

El total de viviendas existentes en la cuenca de Tecocomulco es de 4,595 viviendas de tipo rural.

El material predominantemente en el techo de las viviendas es lámina de asbesto y corresponde al 48.51% seguido de tejamaní y madera con 22.95%. Las paredes de las viviendas son principalmente de materiales como adobe, block y tabique. Asimismo, el tipo de pisos son de cemento, tierra y moisco.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

El hacinamiento es de 8 habitantes en promedio por vivienda, con un rango de variación que va desde 4 hasta 11 personas. Las viviendas cuentan con una media general de tres cuartos.

Vías de acceso

La región se encuentra bien comunicada a través de caminos pavimentados, se puede llegar por la autopista México – Tulancingo (Num. 132) pasando por las Pirámides de Teotihuacan y por la vía libre México-Pirámides; desviarse hacia Otumba, seguir el trayecto hasta Ciudad Sahagún y después a Tepeapulco que es la Cabecera Municipal, salir de ésta ciudad por la carretera estatal (Núm. 115) a Epazoyucan, e inmediatamente tomar la estatal (Núm, 47) Tepeapulco – Tulancingo, que recorre toda la subcuenca de Tecocomulco. Hacia Pachuca se comunica mediante la carretera estatal (Núm. 88). Además hay otros caminos que unen a ciudades importantes como Apan, Chinahuapan, Singuilucan y Tlaxco. Por el este a partir de Chinahuapan, Puebla se recorren 30 km de terracería hasta el Paredón donde están los límites de la subcuenca.

IV.2.5 Diagnóstico ambiental

El deterioro que han sufrido los recursos naturales de la Cuenca de Tecocomulco, como muchas otras regiones del Estado de Hidalgo, ha sido un proceso creciente a través del tiempo, originado por el crecimiento de la población, la falta de oportunidades económicas, el aprovechamiento inadecuado de los recursos naturales y el desconocimiento de los servicios ambientales que provee.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

En orden de importancia, los agentes que han originado el deterioro de la Cuenca y por ende la Laguna de Tecocomulco son:

- Los cambios de uso de suelo
- El pastoreo sin control
- Los incendios forestales
- Los aprovechamientos forestales ilícitos y las plagas y enfermedades.
- La erosión (pérdida) de los suelos.
- Capacidad de almacenamiento de la laguna.
- Eutroficación de la laguna de tecocomulco.
- Reducción de las características físicos-químicas de la laguna (Calidad de agua de la laguna).
- La presencia de tule (*Schoenoplectus californicus*), que actualmente invade en un 85% del espejo de agua.

Los cambios de uso de suelo, el pastoreo sin control, los incendios forestales, los aprovechamientos forestales ilícitos y las plagas y enfermedades, que de forma conjunta o aislada, han provocado la desaparición de la cubierta forestal (bosques y matorrales) y en su lugar ahora vemos en el mejor de los casos, cultivos agrícolas o zonas de pastoreo, ya que mucha superficie queda desprovista de cubierta vegetal por la pérdida total del suelo y con ello de productividad.

Las áreas forestales dedicadas a otros usos pueden ser consideradas como desmontes, ya que se eliminó la vegetación original, esta abarca aproximadamente 10, 903.85 ha. Ocupa el primer lugar en importancia al provocar que los suelos queden desprovistos de vegetación.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Es difícil cuantificar los volúmenes de madera extraídos ilegalmente, pero aproximadamente el 80% de la superficie arbolada es afectada por esta práctica, en parte para fines lucrativos y en una mayor proporción para usos domésticos (leña, postes, etc).

Los incendios forestales representan una fuente más de disturbio para la vegetación natural; tan solo en los municipios de Apan, Cuautepec, Tepeapulco y Singuilucan se presentaron 38 incendios durante el 2002 los cuales afectaron 1,307 ha; reforestándose de estas para ese mismo año solamente 97 ha.

El pastoreo no controlado ocasiona la muerte del renuevo y la compactación del suelo, impidiendo la circulación del aire y el agua. En todos los predios con superficie forestal es notable la incidencia del ganado en el sotobosque. El área afectada es de 13,675.60 ha.

La erosión (pérdida) de los suelos es el factor más grave que está afectando la Cuenca y por ende la Laguna de Tecocomulco. Ha reducido la productividad de las tierras, la capacidad de almacenamiento de la Laguna por el nivel de azolves que en general significa la degradación más grave del ecosistema, ya que se requiere, además de costosas inversiones económicas, de un período muy largo de tiempo para su recuperación, o por lo menos para detener su proceso de deterioro.

Toneladas de tierra de la capa superior del suelo son arrastradas por los escurrimientos, azolvando planicies y embalses, como es el caso de la Laguna. La pérdida de suelo en la Cuenca, va desde 0.4 cm/año en áreas de pendientes suaves, hasta los 7 cm/año en zonas con pendiente fuerte y sin cobertura vegetal.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

El volumen total de sedimentos erosionados (pérdida de suelo) en toda la cuenca es casi 31 mil m³ de suelo, el equivalente a poco más de 40 mil toneladas. Al simular la acumulación y distribución de ese volumen total de suelo perdido, en toda el área aluvial, se obtiene una capa de 5.7 cm/m² de espesor, que sería depositada en las zonas planas. Si ese mismo volumen de suelo se distribuye únicamente en la superficie del lago, la capa de depósito formada sería de 11.1 cm/m².

Actualmente la profundidad media de la laguna es de 60 cm, considerando esta profundidad y si el binomio erosión-depósito continúa a una proporción de 3.4 cm/m²/año, se calcula que en un lapso máximo de 18 años la laguna de Tecocomulco puede azolverse completamente. Lo anterior ha provocado un proceso acelerado de eutrofización o envejecimiento prematuro de la Laguna, debido a que los sedimentos disminuyen la profundidad del embalse e introducen gran cantidad de materia orgánica, beneficiando el incremento de la superficie cubierta por Tule. Esta vegetación acuática en condiciones de invasión, como se encuentra, eleva la pérdida de agua por evaporación y evapotranspiración, contribuye a la desecación de la Laguna y reduce la cantidad de oxígeno disuelto, generando en consecuencia que se afecte aún más el equilibrio ecológico del embalse.

La presencia del tule (*Schoenoplectus californicus*) mantiene diferentes procesos ecológicos y biológicos para la continuidad de la vida en la Laguna. Sin embargo, en la actualidad este se ha convertido en un problema, ya que su crecimiento se ha extendido en casi toda la Laguna en aproximadamente un 85 a 90 % del espejo de agua, dificultando la navegación dentro de dicho cuerpo de agua. Asimismo, provoca fuertes demandas de absorción de agua en época de estiaje, sin dejar de mencionar que resta la belleza paisajística de la Laguna. Por lo anterior, es importante realizar acciones que permitan controlar su crecimiento y extensión que conlleve a evitar una invasión de tule en toda la Laguna, así como conservar

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

su belleza escénica.

Calidad de agua en la Laguna

La Laguna de Tecocomulco es el receptor de un importante volumen de contaminantes proveniente de las partes altas de la cuenca. Adicionalmente, el inadecuado manejo y disposición de aguas residuales proveniente de las poblaciones establecidas en las partes altas de la laguna provoca que se incorpore una gran cantidad de contaminantes adicionales de tipo doméstico y agrícola, entre los que se encuentran fertilizantes, herbicidas y plaguicidas, lo cual, entre otros efectos adversos, propicia las condiciones adecuadas para el prolífero desarrollo de plantas acuáticas.

De acuerdo a un análisis de calidad agua de la laguna desarrollado por el Colegio de Postgraduados, 2005 Considerando que el dinamismo propio del ecosistema provoca una heterogeneidad en la calidad del agua, por lo cual se determinó realizar el muestreo en diversas zonas de la laguna para identificar los factores potenciales de contaminación. A continuación se mencionan los cinco puntos de muestreo.

Zona restaurantera

En este sitio se concentra gran parte de la actividad turística, cuenta con dos embarcaderos, de los cuales uno es turístico y el otro es ocupado por la asociación de pescadores del ejido de San Miguel de Allende. Es uno de los sitios a los que se les ha dado mayor relevancia en cuanto al manejo y disposición de aguas residuales ya que concentra a la fecha trece restaurantes, los cuales cuentan con fosas sépticas que evidencian un intercambio de flujo

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

subsuperficial entre estas y el nivel freático de la laguna, la distancia media entre las fosas sépticas y la Laguna es de 50 m,

Zona norte Tecocomulco

Como su nombre lo indica es la zona ubicada en el extremo norte de la Laguna, adjunta a la comunidad de Tecocomulco de Juárez. Este sitio representa el punto de entrada al sistema de la Laguna de un importante volumen de agua proveniente de las subcuencas de Las Ánimas y La Cañada-Tres Cabezas. Adicionalmente la comunidad de Tecocomulco tiene la particularidad de contar con una laguna de oxidación ubicada entre la comunidad y la Laguna, a la cual dirigen todos sus desechos domésticos.

Zona centro

Esta zona se consideró como punto de control para poder apreciar el efecto evolutivo de los elementos contaminantes entre el extremo norte y la salida. Como su nombre lo indica se encuentra ubicada en la parte central de la laguna.

Adicionalmente tiene la particularidad de ser la única zona totalmente inscrita en un área invadida por tule, mismo que limita los movimientos de agua y que a la vez tiene función de controlador biológico de los contaminantes.

Zona oriente Cocinillas

A esta parte de la Laguna llega un volumen considerable de escurrimientos pluviales que llevan consigo los residuos de la actividad agrícola y pecuaria de esta zona agrícola. Se tomó en cuenta también que la presencia de localidades como Cocinillas y Mazatepec

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

estaría aportando aguas residuales de origen domiciliario, por lo que se consideró que es un punto estratégico de muestreo.

Zona sur Tultengo

Con el objetivo de conocer la calidad del agua a la salida de la Laguna, se tomó una muestra en el dren construido para el encauzamiento de los excesos de agua cerca del poblado de Tultengo. La toma de esta muestra se consideró importante porque da una idea de la concentración de contaminantes en el agua una vez que se han adicionado las diversas fuentes de contaminantes y la vez se han llevado a cabo procesos de purificación natural.

Resultados del análisis

Según los resultados, en cuanto a contenido de sales, el agua está dentro de los límites permisibles, si es que se utilizara para riego agrícola ($<0.75\text{dSm}^{-1}$).

En cuanto al contenido de plomo, este fue casi imperceptible al análisis, y en algunas muestras no se detectó la presencia del metal (cuadro 6.1). Esto significa que el agua es confiable para la protección de la vida acuática en cuanto a Pb se refiere. Esto según la NOM-001-ECOL-1996.

El análisis de coliformes indica que la Zona Restaurantera presenta un valor superior al estipulado por la Norma Oficial Mexicana para las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales y más aún para que los seres humanos tengan contacto directo con el agua de la zona mencionada.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

El parámetro de la DBO señala la presencia de material orgánico biodegradable.

Según los resultados del laboratorio, el agua en los 5 puntos muestreados tiene un bajo contenido de material biodegradable y por lo tanto cumple con la Norma Ecológica 003-997 si se está en contacto directo con ella.

Los valores de pH en los 5 puntos muestreados están en un rango aceptable para crecimiento de especies acuáticas.

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

V.I. Metodologías para Evaluar los Impactos Ambientales.

El presente capítulo presenta la evaluación de los probables impactos ambientales que puede generar el proyecto de Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

El análisis pretende articular el contexto ambiental predominante en el sitio y las actividades de mayor relevancia que se consideran dentro del proyecto. Y al mismo tiempo, establecer un criterio de ponderación sobre los impactos significativos del desarrollo del proyecto en el ámbito local y sus tendencias ambientales.

Para la identificación y análisis de los efectos al entorno, se utilizaron varias técnicas de apoyo, de las más comunes y que se adaptan mejor a los casos de evaluación de impactos ambientales para proyectos como el presente.

V.I.1. Indicadores de Impacto

La metodología se presenta de acuerdo a los resultados secuenciales que se obtuvieron en cada una de las técnicas aplicadas.

Como todo análisis del impacto que genera un proyecto sobre el medio receptor, la primera fase consistió en revisar todas las actividades que el proyecto conlleva, y por el otro

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

todos los componentes ambientales, que pudieran resultar afectados de la aplicación del proyecto, lo que derivó en la necesidad de conocer tanto el medio como el proyecto en cuestión.

A continuación se presenta la **descripción** de los indicadores de impacto *identificados* encada una de las etapas que integran el proyecto:

Factores abióticos

Agua:

Superficial.- El impacto que se generará en el volumen y calidad del agua superficial será en general positivo; ya que lejos de contaminarla y gastarla de alguna forma, las acciones consideradas para la Restauración Ecológica de La Laguna de Tecocomulco, favorecerá y optimizará el funcionamiento ecológico de este cuerpo de agua, toda vez que al

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

realizar el retiro de la maleza acuática se disminuirá considerablemente la pérdida de agua por evapotranspiración, y por consecuencia se evita su desecación.

Así mismo, la calidad del agua no será modificada por el desarrollo del proyecto, toda vez que no se manejarán sustancias contaminantes, que puedan tener un efecto directo en su calidad.

Subterránea.- Las aguas subterráneas no serán contaminadas con el desarrollo del proyecto, por lo que el impacto en este rubro también será positivo, considerando que al evitar la pérdida de agua por la evapotranspiración, se contará con mayor volumen en la laguna que favorecería la infiltración y recarga de los mantos acuíferos, sin embargo, el impacto que podría generarse en el agua subterránea es debido a las infiltraciones del agua contenida en la laguna y que de alguna forma se llegará a contaminar y posteriormente infiltrarse al acuífero.

Suelo:

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Erosión.- Se entiende por erosión la pérdida de la superficie terrestre a causa de los fenómenos externos (agua y viento) y por las actividades antropogénicas. El suelo compactado, en la etapa de operación del proyecto será afectado, ya que se presentará erosión en los taludes de los bordos, debido principalmente por el paso de la maquinaria, vehículos, trabajadores, por la acción del aire, lluvias y pequeños escurrimientos.

Características Fisicoquímicas.- Este componente ambiental no será afectado por el desarrollo del proyecto, toda vez que este se desarrollará dentro de la laguna, la actividad en suelo natural será no significativa.

Escurrecimiento superficial.- Los escurrimientos naturales que presenta el terreno debido a las pendientes naturales para la eliminación de agua, producto de la precipitación no serán alterados en las etapas de operación y mantenimiento, considerando que esta pendiente será aprovechada para que el agua que lleve el tule cortado y extraído regrese a la laguna.

Estructura del suelo.- Como se mencionó anteriormente este elemento se verá afectado únicamente en el área de almacenamiento temporal del tule cortado y extraído, a través de la compactación de este y el aumento en la humedad.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepéc de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Atmósfera:

Calidad del aire.- Sin duda alguna el aire es uno de los elementos que menos sufren cambios en su calidad, únicamente se contempla las emisiones de **ruidos** y **gases** por el uso del equipo multifuncional que cortara el tule, que es impulsado por un motor de combustión interna.

Visibilidad.- En el ambiente, la visibilidad está relacionada con una serie de factores que tienen que ver con las condiciones meteorológicas y atmosféricas, sin embargo el desarrollo del proyecto no será determinante, ni significativo en este elemento.

Estado acústico natural.- Este se verá impactado solo temporalmente, durante las etapas de operación y mantenimiento, debido a la utilización de equipo y maquinaria. Tal impacto estará asociado con el ruido; considerado como un contaminante del espacio a diferentes escalas, según sea su procedencia, ubicación y fuerza de producción. Para la identificación de impacto en el ambiente se considera su velocidad de transmisión en la

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

atmósfera, a temperatura ambiente que es de 340 m/s, así como el nivel máximo de ruido aceptado para los seres vivos en condiciones de equilibrio que es de 68 dB durante el día, toda vez que los trabajos serán desarrollados en jornadas de 8 horas, en horarios diurnos, considerando que dichas acciones se desarrollarán en espacios abiertos, no será significativo este impacto.

Factores Bióticos

Flora:

Terrestre.- Como se muestra en los resultados de la caracterización de vegetación en la zona de influencia del proyecto, el área del proyecto no cuenta con una alta riqueza específica y abundancia, la cual pueda ser significativamente afectada, ya que como se menciona, el sitio es un humedal actualmente funcional. Así mismo la infraestructura de apoyo para el desarrollo del proyecto será temporal y esta será ubicada en sitios que no presentan vegetación alguna.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Acuática.- La flora acuática presente en la laguna y que será afectada por las obras de restauración ecológica de la laguna de Tecocomulco, será principalmente el tule, que en poblaciones altas en cuerpos de agua es considerada como maleza acuática, por lo que bajo este criterio, si habrá una afectación a este tipo de vegetación, lo cual no será significativo para el ecosistema en su conjunto, considerando que dichas acciones favorecerán la presencia de mayor espacio y condiciones para la sobrevivencia de la fauna acuática.

Fauna:

Terrestre.- Con la afectación de la escasa cubierta vegetal, así como con la realización de las obras complementarias y de apoyo, únicamente se desplazara al tipo de fauna existente en el sitio, no se perturbarán hábitat y sitios de alimentación de especies de fauna silvestre o introducida.

Acuática.- Este elemento no será afectado, toda vez que la maquinaria y equipo con los que realizara el corte y retiro del tule, se desplazara flotando sobre el agua, no habrá afectación a la fauna establecida en el fondo de la laguna, considerando que la maquinaria y el equipo tiene una tolerancia de 50 centímetros para que la flotación opere adecuadamente,

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

y en la laguna se tienen profundidades mayores a dos metros. Por lo anterior la fauna que se localice en las proximidades de las áreas de corte de tule, serán alertadas y se desplazarán por el ruido y movimiento generados por la operación de la máquina.

Migratoria.- El impacto que se generara a este elemento es significativo, considerando que las aves migratorias tienen preferencia por estos habitats para su reproducción, sin embargo, con las medidas de mitigación que se desarrollarán, este impacto se verá mitigado.

Paisaje:

Apariencia visual.- Factores como la contaminación del aire, sobreexplotación de los recursos naturales y deforestación entre otros, da como resultado la pérdida de estética del entorno. Los impactos ambientales en este aspecto estarían representados por la mejora a la laguna, por el aumento del espejo de agua, y la mejor visibilidad de la riqueza faunística de la laguna.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Calidad del ambiente.- La calidad del ambiente engloba o está representada por un conjunto de variables que interactúan entre sí, algunas de las cuales ya han sido descritas anteriormente, por tanto se puede decir que en general este componente será impactado de forma no significativa y los impactos generados serán mitigados oportunamente.

Factores Socioeconómicos

Social:

Bienestar social.- El impacto que causará la operación del proyecto en cuestión será positivo, toda vez que permitirá la generación de empleos con lo cual podrá disminuir la migración de los pobladores del lugar.

Empleo e ingreso regional.- Se considera la generación de empleos directos o indirectos, permanentes o eventuales y el impacto benéfico que surgirá para los pobladores de la región por la puesta en marcha y seguimiento de las acciones para la rehabilitación

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

ecológica de la Laguna de Tecocomulco. Aunado a lo anterior la afluencia de trabajadores favorecerá la derrama económica en la zona.

Fortalecimiento al turismo local.- Este elemento tendrá un impacto positivo, toda vez que las acciones planteadas favorecerán y facilitarán la práctica de deportes acuáticos, recorridos en lancha y la misma pesca, lo cual se vera reflejado en una derrama económica importante por los visitantes en la zona.

V.2. Criterios y metodologías de evaluación.

V.2.1 Criterios

La aplicación de criterios y métodos específicos de evaluación el impacto ambiental, permiten al evaluador valorar el efecto ambiental; los primeros, facilitan la estimación de la importancia de los impactos, en tanto que, los segundos, otorgan una visión integral de los

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

efectos que la ejecución de las obras y actividades encaminadas a las acciones de Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco, generaran en el medio ambiente.

La metodología empleada para realizar la evaluación y análisis de los impactos que se identificaron, tal y como se señaló anteriormente, el procedimiento se inicia con la elaboración de listas de verificación para realizar el trabajo de campo y la identificación de variables que serán objeto del análisis; se continúa el procedimiento con la participación de especialistas, durante la cual se lleva a cabo la clasificación y evaluación de los impactos, con base en los criterios definidos para ello.

Es en este momento del proceso cuando se realizan los cálculos y estimaciones pertinentes para aquellos impactos que son objeto de cuantificación para, finalmente, realizar su descripción con objeto de establece el vínculo directo con el capítulo posterior, es decir, con el planteamiento de las medidas de control ambiental que garanticen la ejecución del proyecto con los menores costos ambientales posibles.

Los criterios de evaluación para identificar los impactos ambientales serán los siguientes:

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

S I M B O L O G Í A

- A** Efecto Adverso significativo
- a** Efecto Adverso poco significativo
- B** Efecto Benéfico significativo
- b** Efecto Benéfico poco significativo
- *** Existe medida de mitigación, compensación y/o atenuación

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

V.2.2. Metodología de Evaluación y Justificación de la metodología de Evaluación.

Los impactos ambientales que podrán ser originados por el desarrollo del proyecto en el área de estudio, se identificaron como impactos adversos o benéficos utilizando una matriz de Leopold modificada en donde se disponen en los renglones los componentes del sistema ambiental y en las columnas las etapas de las actividades para lograr la Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco.

Para las acciones a realizar en la ejecución del programa se consideraron cinco etapas, con 26 actividades involucradas en el proceso:

1. Etapa de Preparación del sitio
2. Etapa de Ejecución de Poda Mecánica

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

3. Etapa de Ejecución de Poda Manual
4. Etapa de Supervisión y Mantenimiento
5. Etapa de Mantenimiento

Para las características del escenario ambiental se consideran, tres factores:

1. Factores del medio abiótico.
2. Factores del medio biótico.
3. Factores del medio socioeconómico.

La siguiente tabla muestra la matriz de Leopold modificada con la identificación y la evaluación de los impactos como benéficos o adversos para el medio ambiente según las



**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

etapas y actividades correspondientes la Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco.



**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

	E T A P A S			
	Preparación del Sitio	Ejecución de Poda Mecánica	Ejecución de Poda manual	Supervisión y Seguimiento Programa de Mantenimiento

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.

		de Instalación de	de Recorridos		Selección de canales de		Desembarque del	Preparación del		Identificación v	Acción de corte de		Desplazamiento de	Disposición de Tule	Manejo de Tule en				Desplazamiento de	Disposición de Tule	Manejo de Tule en	Recorridos de Campo	Reuniones Informativas	Mantenimiento de La	Educación Ambiental	Reforestación área de
	Agua Subterránea																									
	Agua Superficial										√								√							



**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**



	Preparación del Sitio	Ejecución de Poda Mecánica	Ejecución de Poda manual	Supervisión y Seguimiento	Programa de Mantenimiento
--	-----------------------	----------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------



Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.



	Erosión del Suelo				a	a	a						a	a					a	a				
	Características fisicoquímicas del Suelo	*																						
	Escurremientos Superficiales	a			a	a	a						a	a					a	a				
	Estructura del Suelo	a			a	a	a						a	a					a	a				
	Calidad del Aire	a			a	a	a																	

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

De acuerdo a la matriz de identificación de impactos ambientales, se han cuantificado 137 impactos en total generados por el proyecto de Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco, considerando tanto adversos como benéficos, tanto significativos como no significativos y aquellos en los que se cuenta con una medida de mitigación, compensación y/o atenuación.

Asimismo, los impactos están presentes en las siguientes proporciones, Impactos Benéficos Significativos 46, Impactos Adversos poco Significativos 71, Con medida de Mitigación, Compensación y/o Atenuación 20, y para el caso de Impactos Adversos Significativos el proyecto no causará tales impactos, considerando que el proyecto es para una Restauración Ecológica.

Considerando el número de impactos, cada uno representa los siguientes porcentajes 33.58% para Impactos Benéficos Significativos, 51.82% para Impactos Adversos poco Significativos, 14.60% para los que Existe Medida de Mitigación, Compensación y/o Atenuación, y 0.00% para los Impactos Adversos Significativos, constatando que los que existen en mayor proporción son los Adversos poco Significativos.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Por lo anterior y considerando que los impactos Adversos poco significativos son los que están presentes en mayor proporción, seguidos de los Benéficos Significativos, y de acuerdo a el análisis de los impactos derivados, podemos decir que el proyecto a desarrollar y su interacción entre los factores que componen el sistema ambiental será en términos de impacto positivo, considerando que este proyecto contempla acciones que permitirán el control y manejo del tule, tomando en cuenta sobre todo que el tule en las condiciones actuales en las que está presente en este cuerpo de agua es considerado como una maleza acuática.

Así mismo, en la etapa de aplicación del Programa de Mantenimiento, se pueden ver claramente que los impactos en cada uno de los factores involucrados, serán positivos, considerando que tanto el Programa de Mantenimiento de la Laguna, como el Programa de Ecuación Ambiental y el Programa de Reforestación, son acciones para lograr mejorar la calidad del sistema ambiental presente en la laguna y sus zonas de influencia, por lo que a criterio del evaluador no las califica y las considera todas de carácter benéfico.

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

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

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

Aire

Para la construcción e instalación de la infraestructura de apoyo, será necesario la utilización de maquinaria pesada, desde luego en un número no significativo, cuyo combustible principal es el diesel, lo cual podría incidir temporalmente en la calidad del aire de la zona por la generación de gases contaminantes producto de la combustión interna de dichos equipos, para esto previamente se notificará a quienes sean responsables de dicha maquinaria con la finalidad de que mecánicamente estén en óptimas condiciones de operación y de ser necesario **utilizar cualquier aditamento (filtros)** que mitiguen la emanación de gases contaminantes a la atmósfera. Así mismo, en la etapa de operación del proyecto, en la cual la maquinaria por la misma operación generará ruido, por lo que para tal acción, y en caso de que el ruido generado por dicha maquinaria rebase los límites establecidos por la normativa, se instalarán aditamentos que permitan su atenuación. Esta medida se aplicará en la etapa de ejecución de poda mecánica.

Suelo

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Es obvio que la construcción e instalación de la infraestructura de apoyo, así como en las acciones y maniobras de descarga y traslado en el sitio del equipo multifuncional, se modificará la estructura original del suelo, por lo que para evitar dichos impactos, la infraestructura de apoyo se establecerá en sitios ya impactados, así mismo al termino de los trabajos, se realizara la reforestación con especies nativas de la zona, lo que permitirá conservar suelo, agua y la recuperación de esos sitios. Así mismo, para el traslado del equipo multifuncional y maniobra de descarga, se realizará por caminos rurales y parcelarios ya establecidos, lo cual evitará el impacto en este elemento. Por otro lado, para la captación de Residuos Sólidos Urbanos, se colocarán contenedores de basura en lugares estratégicos, con el fin de evitar que estos residuos estén dispersos en la zona y generen contaminación visual, durante todas las etapas del proyecto.

Por otro lado, para evitar algún derrame de lubricantes y combustibles, se almacenarán en recipientes de 200 litros, con estructura de captación y achique, estas mediad se aplicará en la etapa de ejecución de poda mecánica.

Agua.

En relación a las aguas superficiales presentes en la laguna, estas no sufrirán ningún cambio en su calidad, sin embargo, se presentará un impacto adverso no significativo, para lo cual, se realizarán acciones de supervisión, para evitar derrame de sustancias ajenas a este cuerpo de agua, sin embargo cabe

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

aclarar que en ninguna de las etapas del proyecto se utilizarán sustancias de esta naturales, la supervisión se llevará acabo durante la etapa de poda por medios mecánicos. En lo que respecta a las aguas subterráneas, lejos de provocar impactos adversos, todos los impacto que se generarán serán benéficos significativos, considerando que al retirar el tule de la laguna, se permitirá disminuir la perdida de agua por evapotranspiración, y se favorecerá la infiltración de agua al subsuelo y la recarga de mantos acuíferos.

Cabe mencionar que durante las actividades de corte y retiro del tule, se provocará remoción de azolve y sedimentos, lo cual a criterio del evaluador serán impactos adversos poco significativos, y temporales, toda vez que una vez que pase por ese espacio la maquina se sedimentarán nuevamente.

Flora

En este sentido es importante mencionar que la instalación de la infraestructura de apoyo para el proyecto se realizara en un sitio cercano a la laguna, el cual deberá tener acceso para prestar el servicio de la mejor manera, por lo que en su momento se pudiera afectar algún tipo de vegetación, sin embargo, se tiene como medida de prevención, que los sitios destinados para este fin, sean aquellos que presentan ya un grado de impacto por las actividades antropogénicas, lo cual evitará impactar aquellas zonas en buen o medio estado conservación, así mismo una vez que estas instalaciones sean retiradas, se

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

reforestarán estos sitios para promover su rehabilitación. Estas medidas se desarrollarán durante la etapa de arribo del equipo multifuncional y desembarque, y una vez que se termine el proyecto.

Por otro lado cabe mencionar que aunado a lo anterior, se tienen contempladas acciones de reforestación en las zonas de influencia de la Laguna de Tecocomulco, lo que permitirá promover la conservación del suelo y el agua y a largo plazo frenar de alguna manera la inercia de asolvamiento de este cuerpo de agua. Esta medida se desarrollará durante el desarrollo del proyecto y en años posteriores como una actividad complementaria, cabe aclarar que esta no la desarrollará directamente el Gobierno del Estado de Hidalgo a través del Consejo Estatal de Ecología, la llevara a cabo la Comisión Nacional Forestal.

En lo que respecta a la flora acuática presente en la Laguna de Tecocomulco, de la caracterización realizada, sólo se afectará al tule, toda vez que las acciones del proyecto consideran el corte y retiro de este tipo de vegetación, que en las condiciones actuales en las que esta presente en este cuerpo de agua actualmente es considerada como una maleza acuática, que esta afectando de sobremanera las condiciones naturales del embalse, en primer lugar por la alta cantidad de agua que se pierde por el fenómeno de evapotranspiración, así como el acelerado proceso de asolvamiento y desecación de este cuerpo de agua. Por lo anterior, no se plantea ninguna medida de mitigación, remediación y/o atenuación, sobre todo por que el criterio del evaluador considera que no se

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

causan impactos adversos por las acciones de este proyecto específicamente en este factor.

Fauna

En este sentido se estima que lo que podrá suceder es el desplazamiento de la fauna

existentes en el sitio, y en relación a la perturbará el hábitat y sitios de alimentación de la fauna acuática presente en la laguna, sin embargo esta será de carácter no adversa poco significativa y de forma temporal, sin embargo, no se plantea medida de mitigación y/o compensación, toda vez que por las acciones de corte y retiro, el hábitat será mejorado, desde el punto de vista que al quitar esta maleza, habrá mas oxígeno disponible para las especies existentes.

Es importante mencionar que durante los trabajos de de poda mecánica, se presentará un impacto, el cual cuenta con una medida de mitigación, la cual esta relacionada con la actividad de identificación y reubicación de aves que se localicen en el área de trabajo, actividad permitirá mitigar el impacto ocasionado a este elemento.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Al inicio de cada jornada de trabajo, pero sobre todo en la parte mecánica, las personas designadas para tal fin, procederán a emitir sonidos con silbatos con la finalidad de ahuyentar a las aves y diferentes especies faunísticas que pudieran encontrarse dentro del tule, y así poder dar inicio al corte y extracción del mismo.

Previo a la introducción de la maquina, se realizarán recorridos por la laguna en lancha, con el objetivo de verificar de manera inicial la presencia de nidos y polluelos, en su caso rescatarlos en lugares previamente acondicionados con ayuda de personal calificado.

Para ello, en el caso de encontrar nidos con huevos o crías de aves, los trabajadores procederán primeramente a impregnarse las manos con plumas y guano de las mismas aves, a efecto de poder tomar y trasladar a las zonas de mayor densidad de tule que no serán cortadas, los nidos o polluelos. El objetivo de esta práctica es reducir al máximo los porcentajes de mortandad que se puedan presentar.

En relación a la fauna terrestre existente en la zona, el impacto que se ocasionará sobre esta será adverso poco significativo, sin embargo, por las condiciones actuales del sitio, este no presenta características especiales, sin embargo, para evitar algún daño a estas especies, se evitará establecer infraestructura de apoyo en habitas específicos y sitios de alimentación.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

En términos generales y principalmente, la remoción del lirio acuático representa un impacto benéfico para los peces y otros organismos acuáticos ya que uno de los principales efectos que tienen las plantas acuáticas es que reducen significativamente los niveles de oxígeno en el agua, lo que ocasiona su muerte. Además, los niveles bajos de luminosidad que afectan el crecimiento del fitoplancton, también reducen la densidad poblacional del zooplancton, lo que afecta toda la cadena alimenticia (R. Labrada, 1996). Otro efecto indirecto de la maleza acuática en los organismos acuáticos es la reducción de plantas alimenticias y de sitios apropiados para su reproducción, lo que repercute en una reducción de la biodiversidad (R. Labrada, 1996).

Medio socio-económico

De acuerdo a las evaluaciones realizadas, este elemento no estará afectado, y los impactos que se presentan serán de carácter Benéfico significativo, toda vez que el proyecto favorecerá el empleo de trabajadores de la zona, evitará la migración hacia las zonas urbanas, y favorecerá ingresos por el turismo en la región, por lo que no se plantea medida de mitigación en este aspecto.



SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS,
COMUNICACIONES, TRANSPORTES
Y ASENTAMIENTOS

CONSEJO ESTATAL DE ECOLOGÍA

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

RESUMEN Y SISTEMATIZACIÓN DE IMPACTOS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN

**MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN PROPUESTAS
PARA LA REDUCCIÓN DE AFECTACIONES EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO**



Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.

Actividad / Factor	Biota	AIRE	AGUA	SUELO
<p>Arribo y desembarque del Equipo Multifuncional al Embarcadero de la Laguna de Tecocomulco </p>		<p>Impacto:</p> <p>Generación de Ruido por desembarque del Equipo de Poda en el sitio del embarcadero.</p>	<p>Impacto:</p> <p>Resuspensión de Sedimentos en el sitio de desembarque por acción de la propela, provocando turbidez en el agua.</p>	



Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.

		<p>Medida de mitigación:</p> <p>Dicha actividad se realizará mediante la utilización de rampas que permitan su fácil desembarque, así como en horas del día (antes de las 12:00 hrs) donde exista mayor actividad de las aves para reducir al mínimo la perturbación del ruido del motor.</p>	<p>Medida de mitigación:</p> <p>Solo se realizará el atracamiento del Equipo, sin ningún otro tipo de actividad en el área, permitiendo con ello la sedimentación natural del material suspendido.</p> <p>Nota: Dentro del Embarcadero, existe constante movimiento de lanchas para el desarrollo del Turismo y Pesca, por lo que en el sitio propuesto no se provocarán impactos ambientales, dada la escasa vegetación presente en el lugar, así como de la fauna acuática y terrestre.</p>
--	--	--	---



**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

<p style="text-align: center;">Preparación del Equipo para inicio de los trabajos de Poda (Colocación de Accesorios)</p>	<p style="text-align: center;">Impacto:</p> <p style="text-align: center;">Dispersión de la fauna presente en el sitio</p>	<p style="text-align: center;">Impacto:</p> <p style="text-align: center;">Generación de Ruido y movimientos antropogénicos en la zona.</p>	<p style="text-align: center;">Impacto:</p> <p style="text-align: center;">Movimientos en columna de agua (turbidez).</p>	
---	---	--	--	--



Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.

	<p>Medida de Mitigación:</p> <p>Los cambios de accesorios y cabezales se realizarán en sitios abiertos cuya fragmentación de la vegetación es muy evidente.</p>	<p>Medida de Mitigación:</p> <p>Traslado del Equipo hacia sitios fragmentados y alejados de la vegetación.</p>	<p>Medida de Mitigación: Permitir la sedimentación natural de los sólidos.</p> <p>Nota: La colocación del accesorio se realizará una sola ocasión en los márgenes de la laguna.</p>	
--	--	---	--	--



**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Actividad / Factor	Biota	AIRE	AGUA	SUELO
--------------------	-------	------	------	-------



**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

<p>Traslado del Equipo hacia el primer cuadrante propuesto para poda.</p>	<p>Impacto:</p> <p>Dispersión y desplazamiento de la fauna presente en el sitio.</p>		<p>Impacto:</p> <p>Contaminación de la Columna de agua a causa de derrames de grasas y aceites derivados del Equipo.</p> <p>Medida de Mitigación: Utilización de Motores que reduce al mínimo la fuga de dichos compuestos.</p>	
--	---	--	---	--



**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

	Medida de Mitigación: Se enviará una brigada de avanzada para la identificación de aves presentes para ahuyentarlos.			
--	--	--	--	--



**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

<p>Preparación del Sitio:</p> <p>Marqueo de los lugares a Podar</p> <p>Selección de Senderos y Canales de Navegación para su ampliación. .</p>			<p>Impacto:</p> <p>Contaminación de la Columna de agua a causa de derrames de grasas y aceites derivados de las lanchas.</p> <p>Medida de Mitigación: Adaptación y Utilización de Motores náuticos que reducen al mínimo la fuga de dichos compuestos.</p> <p>Revisión de motores para evitar fugas de combustibles y lubricantes.</p>	<p>170</p>
--	--	--	--	------------



**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Actividad / Factor	Biota	AIRE	AGUA	SUELO
<p>Inicio de Poda Mecánica</p>	<p>Impacto:</p> <p>Dispersión y desplazamiento de la fauna presente. Asi como la afectación de nidos.</p> <p>Medida de</p>		<p>Impacto:</p> <p>Resuspensión de Sedimentos y turbidez de la columna de agua.</p> <p>Medida de Mitigación: Efectuar podas</p>	

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.

	Mitigación: Se contará con brigadas auxiliares para la ubicación y rescate de posibles nidos y polluelos en la zona de poda.		escalonadas para permitir con ello la sedimentación natural.	
Ejecución de Poda Manual (Traslado de lanchas hacia los senderos y canales)	Impacto: Dispersión y desplazamiento de la fauna presente. Medida de Mitigación: Debido a la magnitud de la afectación, no se considera necesario su mitigación.		Impacto: Contaminación de la Columna de agua a causa de derrames de grasas y aceites derivados de las lanchas. Medida de Mitigación: Adaptación y Utilización de Motores náuticos que	



**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

			reducen al mínimo la fuga de dichos compuestos. Revisión de motores para evitar fugas de combustibles y lubricantes.	
--	--	--	---	--



SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS,
COMUNICACIONES, TRANSPORTES
Y ASENTAMIENTOS

CONSEJO ESTATAL DE ECOLOGÍA

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**



**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Actividad / Factor	Biota	AIRE	AGUA	SUELO
Poda de Tule Manual			<p>Impacto: Resuspensión de Sedimentos en el sitio, provocando turbidez en el agua.</p> <p>Mitigación: Medida de Redistribución de lanchas a lo largo del canal que permita la recuperación</p>	



**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

			en superficie de espejo de agua.	
Disposición de Tule en los sitios propuestos en los márgenes de la Laguna.				<p>Impacto: Compactación del suelo.</p> <p>Medida de Mitigación: Realizar la labor de Rastreo una vez retirado el tule.</p>



SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS,
COMUNICACIONES, TRANSPORTES
Y ASENTAMIENTOS

CONSEJO ESTATAL DE ECOLOGÍA

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

VI. 2. Impactos Residuales

De los impactos ambientales identificados y que cuentan con medida(s) de mitigación,

solo se podría considerar como impacto residual -una vez aplicadas las medidas de mitigación, aquellos que se puedan presentar una vez que en su caso al encontrarse polluelos o huevos de las aves, y estos sean reubicados a áreas del tule que no serán removidas, estos presenten resistencia a su readaptación, sin embargo, se tiene considerado que los trabajos se realizarán previo a la época de anidación de estas aves.

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

VII.1. Pronósticos del escenario

El deterioro que han sufrido los recursos naturales dentro de la Cuenca de Tecocomulco, ha tenido como consecuencia la falta de oportunidades económicas, el aprovechamiento inadecuado de los recursos naturales y el desconocimiento de los servicios ambientales que provee. Lo anterior, originado por el crecimiento de la población y la falta de aplicación de Políticas de Desarrollo que conlleven entre otras cosas al cuidado del ambiente y mejora de la calidad de vida de la población.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

La erosión (pérdida) de los suelos es el factor más grave que está afectando la cuenca y por ende a la Laguna de Tecocomulco. Ha reducido la productividad de las tierras en partes altas de la Cuenca y con ello ha reducido la capacidad de almacenamiento de la Laguna por el nivel de azolves que en general significa, la degradación más grave del ecosistema, ya que se requiere además de costosas inversiones económicas, de un período muy largo de tiempo para su recuperación, o por lo menos para detener su proceso de deterioro.

Lo anterior ha provocado un proceso acelerado de eutrofización o envejecimiento prematuro de la Laguna, debido a que los sedimentos disminuyen la profundidad del embalse e introducen materia orgánica, beneficiando el incremento de la superficie cubierta por Tule. Esta vegetación acuática en condiciones de invasión, como se encuentra, eleva la pérdida de agua por evaporación y evapotranspiración, contribuye a la desecación de la Laguna y reduce la cantidad de oxígeno disuelto, generando en consecuencia que se afecte aún más el equilibrio ecológico del embalse.

Con base en distintas investigaciones por parte de Instituciones de Investigación Superior, como la UNAM, así como por parte de ONG's como la propia DUMAC A.C. UNLIMITED, se han generado Modelos de Investigación que pronostican que de no realizar acciones de restauración ecológica en la Laguna, dicho humedal tiende a desaparecer en un periodo no mayor a 20 años.

Es importante destacar que en el caso del tule, es un tipo de vegetación acuática que forma parte del ecosistema, el cual es un excelente filtrador de nutrientes y compuestos presentes en la columna de agua, sin embargo, en época de estiaje tiende a ser mayor la absorción de agua, lo que lleva a la laguna a un estado crítico en su nivel o profundidad presente en el lugar, motivo de la gran abundancia de su especie y al acelerado crecimiento

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

que este tiene dentro de este importante humedal, que se reduce en un problema de invasión.

De no realizar ningún tipo de acciones que permitan controlar y en su caso erradicar gran parte la cobertura de tule dentro de la Laguna, así como promover entre la población ribereña actividades de manejo y conservación de humedales, se corre el gran riesgo de ver mermadas a una gran cantidad de especies tanto acuáticas como terrestres en sus poblaciones, así como la disminución del turismo y Servicios Ambientales, entre otras, que presta a la población.

En relación a los diferentes impactos generados por el proyecto, considerando que en su mayoría son adversos no significativos, con las medidas de mitigación, compensación y/o atenuación planteadas anteriormente logrará el objetivo general del proyecto que es la Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco en su conjunto, sin embargo, derivado de las actividades a realizar y los factores a realizar, y a la identificación de ambientales no se considera la persistencia de impactos residuales significativos; sin embargo, de ser el caso para la adaptación de los polluelos y huevos presente en los nidos, se dará seguimiento y supervisión para cuantificar este aspecto.

Sin embargo, tomando en cuenta las medidas a considerar para realizar la reubicación, estamos garantizando el resultado aplicando las técnicas de reubicación descritas en este estudio.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepéc de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

VII.2. Conclusiones

La interacción de la flora, fauna y el hombre en el medio natural del área donde se desarrollarán las acciones para la Restauración de la Laguna de Tecocomulco, en las que se consideran el corte y retiro del tule que a la fecha ha infestado este cuerpo de agua, a tal grado que se esta considerando como una maleza acuática, que en estas condiciones está afectando a la laguna en función de acelerar el asolvamiento y su desecación, así como a la instalación de la infraestructura de apoyo, tales como campamentos, muelles, sitios de disposición temporal de los residuos producto del corte y retiro del tule, se consideran como actividades necesarias para el desarrollo del proyecto, y de acuerdo al análisis ambiental realizado, estas no causarán impactos adversos significativos, lo que hace factible la puesta en marcha del proyecto que se plantea, en consecuencia, la aportación a la riqueza ecológica de la zona resulta importante, no solo a nivel local, regional, o nacional, sino a niveles internacionales, considerando que el **27 de noviembre del 2003, fue pronunciada desde Suiza a la Laguna de Tecocomulco como el sitio RAMSAR No. 1322, postulando al Estado de Hidalgo en una situación privilegiada a nivel internacional.**

Por lo anterior, es indiscutible la problemática de maleza acuática que presenta este cuerpo de agua, es por ello que es urgente que se realicen las actividades necesarias que permitan controlar dentro de los límites aceptables las infestaciones de tule. Sin embargo, no por ser la solución a un problema evidente, deja esto de conllevar un nivel de responsabilidad muy alto ya precisamente dadas las condiciones de fragilidad en las que se encuentra, cualquier modificación o alteración del ecosistema que no sea debidamente estudiada podría ocasionar serios desequilibrios ambientales.

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Mediante este estudio de impacto ambiental, se han identificado grandes beneficios resultantes de la remoción o eliminación de esta planta acuática. Sin embargo, también se han identificado impactos adversos no significativos, que con las correspondientes medidas de prevención, mitigación, compensación y/o atenuación, se resolverán.

Además, para obtener resultados aceptables tanto en el control de la maleza acuática, así como en la protección del ecosistema, será fundamental llevar a cabo los programas de monitoreo y educación ambiental.

Sin duda la aplicación de acciones para la Restauración de la Laguna de Tecocomulco, es un esfuerzo que bien encaminado permitirá a los usuarios disfrutar de un recurso invaluable y de todas las actividades que dependen de ella.



SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS,
COMUNICACIONES, TRANSPORTES
Y ASENTAMIENTOS

CONSEJO ESTATAL DE ECOLOGÍA

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**



SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS,
COMUNICACIONES, TRANSPORTES
Y ASENTAMIENTOS

CONSEJO ESTATAL DE ECOLOGÍA

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

VII.3. Programa de Vigilancia ambiental

**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

Para que las medidas de mitigación de los impactos relevantes generados durante la ejecución de los trabajos de restauración ecológica en la Laguna de Tecocomulco sean susceptibles de verificación, a continuación se plantea el programa de vigilancia ambiental con sus principales actividades:

PA ETA	ACTIVI DAD	MEDIDA DE MITIGACIÓN	ACCIÓN VIGILANCIA	DE	
EJEC UCIÓN DE PODA MECÁNICA	IDENTI FICACIÓN Y REUBICACIÓN DE ESPECIES.	SE CONTARÁ CON BRIGADAS AUXILIARES PARA LA UBICACIÓN Y RESCATE DE POSIBLES NIDOS Y POLLUELOS EN LA ZONA DE PODA.	MONITOREAR LA TASA DE SOBREVIVENCIA DE LOS HUEVOS O POLLUELOS REUBICADOS.		
	CORTE EXTENSIVO DEL DE TULE	SUPERVISIÓN DIARIA EN LA OPERACIÓN DEL EQUIPO MULTIFUNCIONAL, PARA EVITAR POSIBLES DERRAMES ACCIDENTALES DE COMBUSTIBLES.	REALIZAR CARACTERIZACIONES FISICOQUÍMICAS DEL AGUA EN EL EMBALSE, PARA IDENTIFICAR LA PRESENCIA DE HIDROCARBUROS, Y EN SU CASO APLICAR LAS MEDIDAS DE REMEDIACIÓN.		



**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Restauración Ecológica de la Laguna de Tecocomulco
Municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, Estado de Hidalgo.**

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