



Universidad Autónoma del Estado de México

FACULTAD DE GEOGRAFÍA

Participación del geógrafo en los Programas de:

EVALUACIÓN EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL
(periodo de Desarrollo 2010- 2015, Secretaría del Medio Ambiente y
Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de México.)

Memoria de Experiencia Profesional

Que para obtener el título de

Licenciado en Geografía

P R E S E N T A

JUAN ANTONIO PIÑA CRUZ

Nº Cuenta: 0420775

Generación: 2004-2009

Asesor:

Dr. Agustín Olmos Cruz



Toluca, México, Marzo de 2026

ABREVIATURAS

ANP	Áreas Naturales Protegidas
CEPANAF	Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna
CEPE	Coordinación de Estudios y Proyectos Especiales
COESPO	Consejo Estatal de Población
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CONANP	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
ICA	Asociación Cartográfica Internacional
IEECC	Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático
IGECM	Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
ONG's	Organizaciones no gubernamentales
PEA	Población económicamente activa
PEI	Población económicamente inactiva
PROBOSQU E	Protectora de Bosques
RANP	Reglamento en Materia de Áreas Naturales
REPDA	Protegidas Registro Público de Derechos del Agua
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SMAGEM	Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México
UMAs	Unidades de manejo de Fauna y Flora

INDICE

Resumen	1
Introducción	2
Problemática identificada	3
Justificación	5
Objetivos	6
 Capítulo 1: Marco teórico conceptual	
Introducción al Marco teórico de la Evaluación de Impacto Ambiental	8
Antecedentes de la Evaluación del Impacto Ambiental	9
Campo de la Geografía	10
Geografía ambiental	11
Cartografía	11
Cartografía temática	12
La cartografía temática describe el espacio	12
Recolección de la información	13
Áreas naturales protegidas	13
Zonificación	16
Programas de manejo	19
 Capítulo 2: Marco contextual	
Secretaría del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible del Gobierno del Estado de México	24
Características de la Secretaría del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible del Gobierno del Estado de México	24
Organigrama de la Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México	27
Ordenamiento e Impacto Ambiental	28
Dirección General de Ordenamiento e Impacto Ambiental	29
Departamento de Evaluación e Impacto Ambiental	31
Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental	32
Departamento de Análisis de Riesgo Ambiental	33
Dirección de Ordenamiento Ecológico	34
Departamento de Geomática del Gobierno de Estado de México	34
 Capítulo 3: Evaluación de Impacto Ambiental. Aspecto metodológico	
Impacto Ambiental	36
Metodologías de impacto Ambiental	36
Desarrollo de Estrategias de Mitigación	38
Elaboración de Informe de Evaluación Ambiental	38
Beneficio de la Actividad Profesional	39
¿Qué es la Matriz de Leopold aplicada en Evaluación de Impacto Ambiental y para qué sirve?	39
 Capítulo 4: Aplicación de la Matriz de Leopold a un proyecto real	
Metodología de Leopold para Identificar los Impactos Ambientales	48
Indicadores de Impacto de acuerdo con la Matriz de Leopold	48
Criterio y Metodologías de Evaluación	50
Descripción de medidas y acciones de mitigación, compensación, prevención y protección de los impactos ambientales negativos identificados	65
 Conclusiones	70
Bibliografía	72

RESUMEN

El impacto que tiene la producción de los bienes y servicios sobre la superficie terrestre trae graves consecuencias ambientales, lo cual es un tema importante que se tiene que atender de manera prioritaria en las diferentes escalas. Por ello, en el Estado de México, se pone especial atención en el desarrollo de las actividades productivas, para lo cual se establecen formas de evaluación del impacto ambiental.

La evaluación del impacto ambiental es uno de los instrumentos de la política ambiental del Gobierno del Estado de México, diseñado para asegurar que el desarrollo productivo sea compatible con la sustentabilidad ecológica, planteando opciones de actividades que sean compatibles con la preservación del medio ambiente y la conservación de los recursos naturales.

El objetivo central de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es establecer un enfoque preventivo para proyectos que puedan afectar al medio ambiente. Sin embargo, en el Estado de México (Edomés), la aplicación de la EIA no es universal y se enfoca en proyectos de mayor escala o en zonas sensibles, excluyendo generalmente a las casas habitación familiares, bajo ciertas condiciones.

El trabajo pretende presentar la experiencia adquirida durante cinco años en la Secretaría del Medio Ambiente, aplicando la EIA con metodologías que sugieren cómo minimizar la contaminación del espacio geográfico. Es un documento generado por la experiencia laboral y presenta los pasos a seguir en la evaluación del medio ambiente.

Introducción

El trabajo que se presenta es una Memoria de experiencia profesional que busca detallar la experiencia adquirida durante cinco años de trabajo en la Secretaría del Medio Ambiente, al aplicar metodologías para la EIA, enfatizando que cuando se desarrolla un proyecto, la institución busca dar el visto bueno para que se operacionalice y tenga un feliz término.

En este documento se pormenoriza la forma en cómo las habilidades profesionales del geógrafo se aplican en actividades específicas que trasciende en la mejora. Una de las características importantes es la presencia de disciplina en el estudio del espacio geográfico en acción, lo cual se aborda al considerar los cinco componentes del espacio geográfico:

- Localization
- Distribution
- Diversidad
- Temporalidad
- Relación e interacción

Son guías para estudiar los principales aspectos de la EIA, presentando como ejemplo la localización de la ubicación del área en estudio, analizando la influencia de cualquier actividad humana que puede afectar al medio ambiente. De este modo, se puede valorar adecuadamente el desarrollo social, político, cultural.

Por esta razón, se presenta el informe escrito avalado por la experiencia profesional del suscrito que sirve como opción para titularse. Se detallan los conocimientos, técnicas y estrategias aplicadas durante el ejercicio profesional requerido, mostrando las innovaciones o procesos mejorados que agilizan el trabajo de la EIA.

Es importante revisar con frecuencia los ordenamientos territoriales con la finalidad de crear entornos equilibrados, justos y sostenibles, que satisfagan las necesidades tanto de los particulares como de las instituciones, optimizando la localización de los asentamientos, la infraestructura y las actividades productivas, lo cual representa el

análisis del paisaje que ayuda a visualizar cómo se encuentra ordenado el territorio, en términos de distribución y clasificación.

La EIA es un procedimiento administrativo que realiza la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México, que evalúa los efectos de una obra o proyecto antes de su ejecución, buscando prevenir, mitigar y restaurar daños ecológicos y sociales, con lo que se asegura que sea viable y cumpla con los criterios de sustentabilidad.

1. Problemática identificada

El Estado de México, a través de su Plan de Desarrollo del Estado de México 2017-2023, establece la preservación sostenible como prerequisite para el crecimiento económico, lo que implica tomar decisiones a corto plazo, las cuales deben someterse a la viabilidad ambiental, revirtiendo las tendencias de deterioro, lo que implica un fuerte componente de restauración y remediación.

El Ordenamiento Ecológico del Territorio (OET), jurídicamente en México, se define como "un instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias del deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de estos" (H. Congreso de la Unión, 1988).

Si bien el OET es tradicionalmente un instrumento que clasifica al territorio según su vocación de uso (conservación, aprovechamiento sostenible, asentamientos humanos, etc.), la intensificación de los peligros climáticos (sequías, inundaciones, olas de calor, entre otros) exige que el OET adquiera una dimensión de riesgo y resiliencia.

Es importante incluir lineamientos normativos, estrategias y acciones encaminadas a cumplir los objetivos planteados en los Programas de OET (POET), para regular el uso de suelo y las actividades productivas de manera sustentable, fomentando el desarrollo equilibrado de la sociedad (Rosete V., Enríquez H., & Aguirre v. W., 2013).

Tradicionalmente, la consideración del riesgo en los POET se ha limitado a un enfoque binario y restrictivo, con reglas de distancia y listado de peligros históricos. Si se

aprovecha el proceso de planeación participativa que representa la elaboración de un POET, para incorporar medidas de adaptación a los efectos del cambio climático global y que reduzcan la vulnerabilidad de la sociedad, las actividades productivas y los ecosistemas a los cambios ambientales provocados, se podrá tener un instrumento de planeación más completo y adecuado a la situación ambiental actual y futura (Rosete V., Enríquez H., & Aguirre v. W., 2013).

Como resultado de ello, ha sido necesaria la implementación de Áreas Naturales Protegidas (ANP) en todo el territorio mexicano y, a la par de ello, la implementación de los programas de manejo para un mejor funcionamiento. Las ANP tienen problemas como el crecimiento exponencial de la población, ya que la demanda de recursos aumenta día con día con la transformación de los ecosistemas para crear nuevos centros urbanos y generar actividades productivas.

Por ello, el impacto ambiental se refiere a las consecuencias que cualquier actividad humana tiene sobre el medio ambiente. Su importancia radica en la huella que se deja en el planeta y en cómo estas acciones pueden afectar no sólo a la naturaleza, sino también a la calidad de vida de la sociedad. En este sentido es importante entender cómo se mide para poder evaluarlo y mitigarlo.

La sostenibilidad se ha convertido en un tema de importancia mundial. Conocer la magnitud del daño que provocamos es el primer paso para cambiar hacia prácticas más responsables. El efecto que las actividades humanas ejercen sobre el medio ambiente puede ser positivo o negativo, llegando a afectar diversos componentes como el aire, el agua, el suelo, la flora, la fauna y los seres humanos.

La EIA se emplea para predecir y evaluar los efectos de un espacio geográfico. Antes de iniciar un proyecto se torna indispensable para atender y mejorar la operatividad, así como minimizar daños potenciales y promover la conservación ambiental. La evaluación es una herramienta clave para la planificación sostenible, asegurando que los proyectos económicos no comprometan la integridad del medio ambiente.

Otro aspecto importante es considerar los factores de la legislación vigente, como marco jurídico que abarca leyes generales y específicas, a nivel nacional, estatal y municipal,

estableciendo los principios y criterios para la protección, preservación y restauración del equilibrio ecológico y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, lo cual se fundamenta en el derecho constitucional de toda persona a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar.

2. Justificación

Se realiza este trabajo para dar a conocer la experiencia adquirida durante el ejercicio de la profesión en la Secretaría del Medio Ambiente, aplicando las habilidades profesionales que como geógrafo se adquirieron en la carrera, en la prevención de los impactos ambientales, identificando de manera sistemática los riesgos y efectos adversos potenciales que un proyecto podría generar.

Trabajar en programas de evaluación en materia de impacto ambiental ha sido una experiencia profesional interesante al incorporar la variable ambiental y los criterios ecológicos, dentro de las políticas del desarrollo sustentable. Esto se debe a la falta de estrategias de planeación y manejo, así como a la desconexión socioeconómica que ha inducido la crisis ambiental global actual, que es también una crisis económica y de desarrollo, ya que socava la base de recursos de la que dependen todas las actividades humanas.

Genera un compromiso con la gobernanza y la transparencia en el cumplimiento legal de que todo proyecto cumpla con la normatividad ambiental vigente, como requisito indispensable para la obtención de licencias de operación, lo que a menudo implica gestionar el proceso de participación pública y de consulta a las comunidades donde se desarrolla, convirtiéndose en un facilitador del dialogo y un mediador eficaz que presente la información de manera eficaz.

La experiencia de convertirse en un integrador de la información que previene el impacto ambiental nocivo implica analizar un proyecto, o actividad, con la asertividad profesional que un geógrafo plantea al observar directamente, en campo, la relación hombre-naturaleza y las consecuencias que derivan del desarrollo, así como las posibles medidas de mitigación y compensación que optimicen el diseño original para reducir la huella ecológica, para lo cual se plantean los siguientes objetivos:

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Presentar la experiencia obtenida al aplicar la metodología Leopold en la realización de la evaluación del impacto ambiental para determinar las medidas de prevención y mitigación ambiental óptima.

3.2 Objetivos particulares

1. Dar a conocer el proceso de EIA al aplicar la Matriz Leopold en trabajo de campo.
2. Describir los elementos ambientales que intervienen en el proceso de evaluación para considerar la factibilidad económica del proyecto.
3. Mostrar la pertinencia de la aplicación de la Matriz de Leopold en la evaluación de proyectos y garantizar la toma de decisiones.
4. Dar a conocer las funciones desarrolladas como licenciado en Geografía.

Este trabajo se realiza para dar a conocer la metodología utilizada en las distintas etapas de aplicación del PEIA, desarrollado durante cinco años (2010-2015) en la Secretaría del Medio Ambiente, lugar en el que realicé esta actividad técnico-administrativa para analizar los efectos significativos de un proyecto sobre la afectación al medio ambiente, antes de su aprobación.

CAPÍTULO 1.

MARCO

TEÓRICO-

CONCEPTUAL

Introducción al marco teórico de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

La EIA es un pilar fundamental de la política y gestión ambiental contemporánea, funcionando como instrumento preventivo para decidir sobre proyectos, obras o actividades que puedan afectar significativamente al entorno. Su marco teórico se sustenta en la necesidad crítica de integrar la variable ambiental en las fases más tempranas del desarrollo, trascendiendo la tradicional visión de la gestión ambiental puramente correctiva o reactiva.

1. Antecedentes de la Evaluación del Impacto Ambiental

La crisis ambiental se explica por la conjunción de dos fuerzas: por las presiones crecientes provocadas por el intenso crecimiento demográfico e industrial que incrementa drásticamente la demanda de recursos naturales (agua, energía, suelo) y la generación de residuos, ejerciendo una presión insostenible sobre los ecosistemas, además de las fallas estructurales de planeación y conocimiento que impiden gestionar de forma sostenible: el desarrollo económico y social, con base en el aprovechamiento racional de los recursos naturales.

La década de 1960 marcó un punto de inflexión donde el optimismo del crecimiento económico de la posguerra se vio confrontado por las evidencias del deterioro ambiental. En países nórdicos como Suecia y Dinamarca, se iniciaron los primeros intentos por establecer un enfoque preventivo, el cual fue pionero al reaccionar al daño ya hecho y predecir las repercusiones ambientales potenciales de los proyectos productivos *antes* de su ejecución. Esto sentó las bases conceptuales para lo que se convertiría en la EIA formal.

Los gastos para limpiar los sitios contaminados, la imagen negativa de las empresas contaminantes ante la opinión pública, el boicot a sus productos y los posibles cierres de las plantas que provocan más perjuicios ambientales, constituyeron un alto costo para las empresas, circunstancia que las impulsó a buscar mecanismos que les permitieran conocer, con anticipación, los efectos de los proyectos productivos sobre el ambiente.

Las empresas identificadas como contaminantes enfrentaban una severa pérdida de confianza social que afectaba su licencia para operar. La reacción de los consumidores mediante el boicot a los productos de empresas contaminantes impactaba directamente en

las ventas y en la cuota de mercado, transformando el riesgo ambiental en una pérdida tangible de ingresos. De esta manera, la EIA se consolidó como una estrategia de gestión de riesgos que garantiza la viabilidad financiera y la aceptación social del proyecto.

En respuesta a estas inquietudes, a principios de los años setenta, se desarrolló, en Estados Unidos de América, el procedimiento de evaluación del impacto ambiental (*Environmental Impact Assessment*), que fue introducido en el marco legal por medio de la Ley Nacional de Política Ambiental (*National Environmental Policy Act*, NEPA), promulgada en 1970. Desde entonces, la EIA –cuyo objetivo primordial fue desde un inicio disminuir los costos que genere un proyecto, derivado de la contaminación – fue adoptada en la práctica y/o incorporada a la legislación ambiental de numerosos países (Rau y Wooten 1980).

Es crucial revisar la legislación para entender la institucionalización de la EIA en México. Si bien las acciones aisladas de prevención existieron antes, la formalización y obligatoriedad de la EIA se da con la creación de un marco legal integral, desarrollando así la legislación ambiental en México, en las últimas décadas, con énfasis en el impacto ambiental.

A través del tiempo y desde épocas pasadas, el impacto ambiental ha tenido diversos cambios, los cuales han repercutido a nivel mundial, obligando a la población a adaptarse a los diferentes planos. La interacción de la población en diferentes fenómenos y riesgos ha sido el punto de partida para tomar conciencia e intervención para implementar medidas, con el afán de controlar los cambios en los que hemos influido alarmantemente.

El impacto ambiental que ha provocado el humano debido a la explotación de los recursos naturales, en las últimas décadas, es debido al incremento de la población a nivel mundial y la poca conciencia ambiental que el mismo ser humano tiene por el respeto a su entorno. La interacción hombre-naturaleza ha hecho que el ser humano sólo piense en el presente, explotando los recursos naturales y olvidándose que todo es una cadena, influyendo en el futuro del planeta, con consecuencias irreversibles.

Desde el siglo XX, se comenzó a generar conciencia sobre las problemáticas ambientales,

lo que impulsó la búsqueda de estrategias para revertir el deterioro o, al menos, evitar que siga aumentando. Sin embargo, la consecución de estos objetivos se ha visto frustrada en muchos casos por la prevalencia de intereses económicos. Históricamente, el desarrollo poblacional ha estado estrechamente ligado a los impactos ambientales generados por el crecimiento de las ciudades, el desarrollo industrial y todo lo que conlleva la expansión de la mancha urbana

La Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México, a través de la Dirección General de Ordenamiento e Impacto Ambiental y el departamento de Evaluación Ambiental, es consciente de la importancia del impacto Ambiental al establecer evaluaciones de acuerdo con la obra, las actividades y los servicios generados, a partir del año 1996, para atender los problemas medioambientales.

El técnico evaluador (inspector ecológico), en el Departamento de Impacto Ambiental, es el encargado de realizar los trabajos de campo y la actualización para evaluaciones en Manifestaciones de Impacto Ambiental (MIA), Informes Preventivos (IP) y casos que no requieren someterse a evaluación.

Es crucial organizar el sistema de recolección de datos para optimizar la EIA, pues se requiere información diaria. La evaluación es dinámica y cambia aceleradamente debido al movimiento constante de la población. Por lo anterior, se considera la interacción del hombre con el entorno natural, creando sinergia entre el impacto y las medidas de mitigación.

1.1 El Campo de la Geografía

1.1.1 Geografía Física

El estudio de las relaciones entre el medio ambiente y la sociedad resulta indispensable, no sólo para generar conocimientos básicos, sino también para producir conocimiento aplicado a la organización espacial de las actividades humanas, la planeación ambiental y la toma de decisiones orientadas a la gestión de los recursos naturales (UNAM, 2018).

La geografía física analiza el medio ambiente por la interacción entre los humanos y la naturaleza, considerando al hombre como agente de cambio ambiental. Según Rojas

(2009), su propósito práctico es aplicable al ordenamiento ambiental del territorio, así como a los estudios de impacto ambiental y de riesgos naturales.

Autores como Vidal de la Blache y Carl Sauer aportaron fundamentos para entender la relación entre las sociedades y el medio natural, estableciendo que el espacio no sólo se determina por condiciones físicas, sino también por la capacidad humana para transformarlo.

1.1.1 Geografía Ambiental

La Geografía ambiental es una disciplina emergente cuyo objetivo central es analizar las relaciones sociedad–ambiente desde una perspectiva espacial. A diferencia de la geografía física, enfatiza la integración de procesos sociales y naturales, reconociendo que los problemas ambientales requieren un enfoque interdisciplinario (Bocco & Urquijo, 2010).

De acuerdo con Aguilar y Contreras (2009, tomado de Bocco & Urquijo, 2010), la geografía ambiental se ocupa de las transformaciones en el tiempo de unidades espaciales determinadas, considerando los cambios o alteraciones ambientales como procesos medulares. De este modo, más que preguntarnos sobre un giro en la mirada de la geografía inclinada hacia la geografía ambiental, se constatan dos tendencias: por un lado, el reposicionamiento de lo ambiental desde las ciencias sociales y, por otro, un reposicionamiento de lo ambiental en la geografía como ciencia social o, si se prefiere, una reubicación de lo ambiental en la geografía humana, sin abandonar las herramientas que nos ha dado la geografía física y que resultan potentes para comprender lo ambiental (Bocco & Urquijo, 2010).

1.1.5 Cartografía

La cartografía es una herramienta fundamental para conocer, interpretar y gestionar el territorio. Consiste en representar gráficamente áreas geográficas en dos o tres dimensiones, utilizando tanto técnicas tradicionales como herramientas digitales modernas (Google, 2024).

Sus funciones principales incluyen:

- Representar mapas mediante sistemas convencionales y digitales.

- Elaborar cartografía a partir de la percepción y conocimiento local de los espacios.
- Proveer información esencial para la toma de decisiones en materia ambiental, territorial y social.

1.1.5.1 Cartografía Temática

La Cartografía temática es una herramienta especializada en la representación gráfica de fenómenos específicos, tales como el clima, el uso del suelo, la distribución poblacional o la biodiversidad. Su principal valor reside en que proporciona información analítica y comunicativa, esencial para los procesos de planeación y gestión territorial. Según HYPERGEO (2024), la información representada debe ser recolectada de manera exhaustiva y práctica, lo cual facilita un análisis detallado de los fenómenos. La cartografía temática no es un producto visual, sino que es un instrumento de análisis científico fundamental y de apoyo directo a la toma de decisiones.

La Cartografía temática forma parte de lo que se denomina la representación cartográfica. Esta permite la elaboración de imágenes gráficas específicas que traducen las relaciones espaciales de uno o varios fenómenos, es decir, de uno o varios temas. La cartografía temática es un instrumento de análisis, de ayuda a la decisión y de comunicación ampliamente utilizado para representar una o varias variables. Ya sea que se las defina como cartas de inventario, de análisis, estáticas o dinámicas, las cartas temáticas tienen todos los puntos en común.

La Carta temática es un documento gráfico basado en la comunicación de signos. Proviene del lenguaje visual que debe seguir las reglas de la semiología gráfica; constituye un instrumento de comunicación e información que no restringe su campo de acción sólo a los geógrafos. El lenguaje visual es específico, porque es inverso al lenguaje escrito o hablado: el ojo percibe primero un conjunto, generaliza y luego busca el detalle. Finalmente, se trata de un sistema espacial donde tres variables se relacionan: las dos dimensiones ortogonales que definen el plano y los fenómenos representados que aparecen como "manchas".

La carta temática describe el espacio

La carta temática describe al espacio, localizando la naturaleza y la importancia de los fenómenos. El lenguaje de los mapas no reside en la simbología limitada de los signos

empleados, sino en la configuración misma de las cartas. De este modo, interpretar un mapa no es descifrar su leyenda, sino las formas que contiene y el arreglo de los signos que el cartógrafo enfatiza.

La Carta temática, como herramienta de la cartografía, se enfoca en comunicar información específica sobre un área geográfica. Sus características principales se centran en el contenido y el diseño para resaltar la distribución, concentración, intensidad o evolución de uno o varios fenómenos concretos, la cual opera como un sistema de comunicación que utiliza un lenguaje visual codificado en color, forma, tamaño y orientación.

Recolección de la información

La información (cuantitativa o cualitativa) debe ser fácil de consultar y recogerse de forma práctica. Esto es crucial para la eficiencia en el proceso cartográfico. Los datos deben ser completos, sin olvido ni omisión en el marco geográfico o temático definido para el mapa. Según HYPERGEO, la información representada debe ser recolectada de manera exhaustiva y práctica, permitiendo un análisis detallado de los fenómenos. En este sentido, la cartografía temática no se limita a ser un producto visual, sino que constituye un instrumento de análisis científico y de apoyo a la toma de decisiones (HYPERGEO, 2024).

1.1.5 Áreas Naturales Protegidas (ANP)

El desarrollo social ha dependido históricamente del aprovechamiento de los recursos naturales; sin embargo, el crecimiento demográfico y productivo ha generado una presión excesiva sobre ellos. Para contrarrestar este deterioro, se han creado las ANP, cuyo antecedente histórico se remonta a la creación del Parque Nacional Yellowstone en 1872 (Bahía-de-Aguia, 2013).

En México, la LGEEPA establece que las ANP son espacios donde los ecosistemas no han sido significativamente alterados por la acción humana, o bien, aquellos que requieren ser restaurados (H. Congreso de la Unión, 1988). Actualmente, se reconocen diversas categorías: federales, estatales, municipales, comunitarias, ejidales y privadas (Biodiversidad Mexicana, 2020).

Las ANP cumplen funciones esenciales:

- Conservación de flora y fauna.
- Preservación de procesos ecológicos (ciclo del agua, captura de carbono, fertilidad de suelos).
- Protección del paisaje natural y cultural.
- Espacios para la investigación científica y la educación ambiental.

Autores como Toledo (2005) subrayan que el éxito de las ANP depende de la participación social y del respeto a los derechos de las comunidades locales. Por lo tanto, la conservación no puede entenderse únicamente como un proceso biológico, sino también como un proceso social, cultural y político (Alcorn, 1994).

Según el Artículo 3 de la LGEEPA, las ANP no han sufrido modificaciones significativas por el ser humano. Las que deben conservar y restaurarse, surgen por la creciente necesidad de conservar la diversidad cultural y biológica de nuestro territorio, para favorecer el mantenimiento de los servicios ambientales obtenidos de estas áreas (H. Congreso de la Unión, 1988).

En el año 2000 se crea el órgano gestor de las Áreas Naturales Protegidas, la CONNP. A partir de esta fecha la estrategia de conservación nacional empezó a tomar mayor auge, ya que de la mano con la LGEEPA y su Reglamento en materia de ANP's, establecieron que cada parque deberá contar con su Programa de Conservación y Manejo, donde se debe promover la participación de habitantes, poseedores y propietarios de los predios que conforman el área respectiva para su óptimo funcionamiento.

Toledo (2005) menciona que, para que un ANP permanezca, depende de que se establezcan con el consenso y la colaboración de las poblaciones locales, respetando los derechos de propiedad de los originarios y poniendo en práctica programas de educación y desarrollo.

Según Toledo (2005), el enfoque de conservación estaba mal planteado, ya que en busca de mantener e incrementar la biodiversidad, no basta con la creación de áreas naturales, porque no se reduce al aislamiento de porciones de naturaleza que no han sido afectadas, sino a la consideración de factores sociales, económicos, culturales y políticos presentes.

En este sentido, los componentes de la conservación ambiental incluyen el ambiente físico (aire, agua, suelo, clima), los componentes biológicos (flora, fauna, ecosistemas), y el factor humano (cultura, conocimiento, participación social), que interactúan a través de servicios ecosistémicos, por lo que deben ser protegidos y gestionados de forma sostenible para garantizar la salud del planeta y el bienestar de las futuras generaciones, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Componentes de la conservación

COMPONENTE	CARACTERÍSTICAS
Preservar y prevenir con la protección	• Forma tradicional de hacer conservación. • Busca evitar que se alteren las condiciones naturales. • Cambios de manera natural.
Usar y mantener a través del manejo	• Mayor intervención. • Cambio en un ecosistema con diferente grado de intervención humana. • El manejo y uso están ligados de manera indisoluble, ya que el uso y aprovechamiento son parte del manejo.
Recuperar y restituir ecosistemas	• Rescate. • Biodiversidad.

Fuente: elaboración propia de acuerdo con la página de SEMARNAT (2022).

Los principales pilares de la conservación ambiental, entendida como parte del desarrollo sostenible, son la protección del medio ambiente, el crecimiento económico y la equidad social.

La conservación ambiental se enfoca en la gestión responsable de los recursos naturales y la preservación de ecosistemas para las futuras generaciones, pero para ser efectiva, debe estar integrada con un desarrollo que no comprometa la viabilidad económica y el bienestar social, como se detalla en la Tabla 2.

Tabla 2. Pilares de la conservación

PILAR	CARACTERÍSTICA
Entender y decidir el conocimiento	• Aplicar el mejor conocimiento disponible en la toma de decisiones. • Analizar la interacción del conocimiento biológico y ecológico, en materia de conservación.

Valorar el área ambiental con el económico	• La cultura de conservación implica que la gente modifique su comportamiento.
Regular y fomentar a través de la gestión	• Se pretende procesar, administrar y manejar las actividades humanas que afectan al medio ambiente, con el objetivo de prevenir, mitigar o resolver los problemas ambientales.

Fuente: elaboración propia de acuerdo con la página de SEMARNAT (2022).

En resumen, la conservación es simplemente la manera de abordar la sustentabilidad de la especie humana, desde el punto de vista de los ecosistemas y su biodiversidad, para comprometerse como individuos y sociedad en alcanzarla (SEMARNAT, 2011).

1.1.7 Zonificación

La zonificación es un instrumento técnico de planeación que permite ordenar el territorio de las ANP, delimitando zonas núcleo y de amortiguamiento, según criterios ecológicos, sociales y económicos (H. Congreso de la Unión, 1988). A nivel federal, la LGEEPA y su reglamento establecen subzonas específicas con características y restricciones. A nivel estatal, el Código de Biodiversidad del Estado de México (Decreto 183, 2006) regula la creación de ANP y sus programas de manejo.

Este proceso requiere análisis territorial, diagnóstico ambiental y la participación de comunidades locales (Arias, 2007). De acuerdo con la LGEEPA, la zonificación es el instrumento técnico de planeación que se utiliza para delimitar las áreas naturales protegidas. Permite ordenar su territorio según la conservación de ecosistemas, la vocación natural del terreno, así como su uso actual y potencial, de acuerdo con los objetivos de la declaratoria.

Asimismo, existirá una sub-zonificación, la cual consiste en el instrumento técnico y dinámico de planeación, que se establecerá en el programa de manejo respectivo, el cual es utilizado en el manejo de las áreas naturales protegidas, con el fin de ordenar detalladamente las zonas núcleo y de amortiguamiento, previamente establecidas mediante la declaratoria correspondiente (H. Congreso de la Unión, 1988).

Las ANP y su zonificación general define las "modalidades" de la propiedad de la tierra dentro del área, determina la sub-zonificación (niveles más detallados de uso dentro de la zonificación general), contempla las reglas administrativas de acuerdo con la LGEEPA (Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente) y regula los usos del suelo y el aprovechamiento de los recursos naturales.

Esta situación se deriva de la propia Constitución Mexicana, que en su artículo 27 establece que “la propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional corresponde originariamente a la Nación, que ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada”. De igual manera, “la Nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, para cuidar de su conservación”.

La Constitución impone límites sólo a la superficie de los predios. La propiedad del subsuelo y de los recursos que éste contiene, así como la de todas las aguas, es considerada dominio directo e inalienable de la Nación. En el Estado de México, corresponde a la Secretaría del Medio Ambiente (SMAGEM), a través de la Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna, la tarea de proteger, conservar y preservar las Áreas Naturales y la fauna (CEPANAF, 2021).

Se detallan los criterios técnicos y legales que se utilizan para establecer la zonificación y sub-zonificación de las ANP, en el marco del reglamento del Libro Segundo, basándose en criterios ecológicos y socioeconómicos de uso, en un proceso que equilibra la necesidad de conservación con las realidades socioeconómicas y de uso del territorio.

La normatividad a nivel federal es más específica en cuanto a las sub zonas que se pueden establecer dentro de las áreas naturales protegidas, ya que marca, a mayor nivel, características que se deberán contemplar para designar las zonas. A nivel estado, el Código de Biodiversidad es el instrumento normativo encargado en regular la creación de ANP, así como la elaboración de su programa de manejo correspondiente.

De acuerdo con el Código de Biodiversidad del Estado de México, las áreas naturales protegidas son aquellas de jurisdicción estatal, en las cuales el ambiente original no haya tenido alteraciones significativas por la actividad humana y que requieran ser preservados o restaurados para salvaguardar la diversidad de especies, logrando el aprovechamiento de los elementos y recursos naturales mejorando la calidad del ambiente en los centros de población (Decreto Numero 183, 2006).

Tabla 3. Comparativa normatividad federal y estatal de las características y zonas permitidas en las ANP

Áreas	Normas Estatales de acuerdo con el Código de Biodiversidad del Estado de México y su Reglamento del Libro Segundo	Normas Federales de acuerdo con la LGEEPA y su reglamento en materia de Áreas Naturales Protegidas
Zone Núcleo	Protección y preservación de aquellas superficies donde se busque mantener las condiciones actuales de ecosistemas relevantes o frágiles y fenómenos naturales, que requieren de un cuidado especial para asegurar su conservación a largo plazo.	Preservación de los ecosistemas a mediano y largo plazo. De protección que han sufrido muy poca alteración, así como ecosistemas relevantes o frágiles y fenómenos naturales, que requieren de cuidado especial para asegurar su conservación a largo plazo. De uso restringido con superficies en buen estado de conservación, lo que busca mantener e incluso mejorar las condiciones actuales en los sitios que así lo requieran. Se podrán realizar actividades de aprovechamiento acorde con las medidas de control.
Zona de amortiguamiento	Orienta las actividades de aprovechamiento o hacia necesidades de desarrollo sustentable, creando las condiciones necesarias para lograr la conservación a largo plazo. De protección, restringidas a cualquier tipo de aprovechamiento o uso, salvo el de las relativas a su recuperación, monitoreo e investigación científica. De aprovechamiento sustentable, con los recursos que pueden ser aprovechados, sin ocasionar alteraciones ni causar impactos ambientales irreversibles en los elementos naturales. De ecoturismo, con superficie con esparcimiento atractivos naturales para la realización de actividades que	Orientar las actividades de aprovechamiento, que conduzcan al desarrollo sustentable, creando las condiciones necesarias para lograr la conservación de los ecosistemas a largo plazo. De uso tradicional, con superficies donde los aprovechamientos han sido de manera tradicional y continua, que están relacionadas con la satisfacción de las actividades socioeconómicas y culturales. De aprovechamiento sustentable de agrosistemas, con superficies y usos agrícolas y pecuarios actuales. De aprovechamiento especial, con superficies de extensión reducida con presencia de recursos naturales, esenciales para el desarrollo social, que pueden ser explotadas sin deteriorar el ecosistema y modificar el paisaje de forma sustancial, ni causar impactos ambientales irreversibles en los

		han llevado a cabo modificaciones o desapariciones de los ecosistemas		elementos naturales.
		De restauración, con zonas que serán objeto de programas de recuperación, debido a las alteraciones que presentan.		De recuperación, con superficies que han resultado severamente alteradas o modificadas, objeto de recuperación y rehabilitación

Fuente: elaboración propia.

El propósito y función central de la zonificación en una ANP es determinar y asignar espacialmente las actividades o usos que pueden realizarse en cada sector del área, lo que sirve como mecanismo para proteger los recursos más valiosos y sensibles, lo que permite el aprovechamiento sostenible de otros recursos, siempre bajo una medida y modo establecidos, para mejorar las condiciones socioeconómicas locales. La zonificación equilibra la conservación estricta con el desarrollo sostenible dentro del polígono del área protegida.

Su elaboración debe relacionarse con el estado de conservación de los recursos naturales y a los aprovechamientos que han permitido secularmente (de Rojas, 2006), por lo que requiere de un análisis territorial y de la colaboración entre las administraciones y las poblaciones locales. La zonificación; supone clasificar el territorio en función de sus cualidades ambientales y socioeconómicas, sus potencialidades y limitaciones, al objeto de reglamentar las para su protección o compatibilización con determinados usos (Arias, 2007).

1.1.7 Programas de manejo

Los Programas de manejo son instrumentos rectores de planeación y regulación que establecen actividades, acciones y lineamientos para la administración de las ANP (RANP, 1988).

Deben incluir, entre otros aspectos:

- Uso del suelo y lineamientos para el manejo de recursos.
- Acciones a corto, mediano y largo plazo.
- Bases para la administración, mantenimiento y monitoreo.
- Disposiciones jurídicas aplicables.
- Estrategias de financiamiento.

La CONANP emite lineamientos y términos de referencia para elaborar programas a nivel federal, mientras que en el ámbito estatal corresponde a la CEPANAF y a las dependencias locales. En teoría, estos programas son un mecanismo de gestión adaptativa, donde la planeación no es estática, sino que se ajusta a las condiciones cambiantes del entorno natural y social.

El Programa de Manejo de una ANP, según el Reglamento en Materia de ANP (RANP), establece que es el instrumento rector de planeación y regulación en el que se determinan las actividades, acciones y lineamientos básicos para la operación y administración del área. Este debe especificar las densidades, intensidades, condicionantes y modalidades a las que se ajustarán las obras y actividades que se realicen. Todo su contenido debe estar en concordancia con el Decreto de creación, la categoría de la ANP y las disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

Para que el manejo de las ANP tenga un efecto positivo se deben elaborar los planes de manejo, los cuales representan el instrumento de planeación para el cumplimiento de los objetivos que dieron lugar al establecimiento del ANP, en el cual se plasma, además de las actividades tendientes al aprovechamiento de los recursos naturales, los motivos por los que se hace importante la conservación, la fecha de su decreto, la superficie que ocupa y las características naturales del área.

El Programa de manejo es el componente orientado hacia la ejecución de un plan de acciones que identifica necesidades, establece prioridades y organiza acciones a corto, mediano y largo plazo, a efecto de preservar y conservar la biodiversidad y controlar el uso y aprovechamiento sostenible de los elementos y recursos naturales de un área determinada.

El Programa de manejo de una ANP es el componente operativo y estratégico que identifica necesidades y establece prioridades, organiza acciones en el corto, mediano y largo plazo y tiene como objetivo principal preservar y conservar la biodiversidad, además de controlar el uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales dentro del área.

Los Programas de manejo deberán contener lo siguiente:

- Los lineamientos para la utilización del suelo, del manejo de recursos naturales y de la realización de actividades en el área y en sus distintas zonas, de acuerdo con sus condiciones ecológicas, las actividades compatibles con las mismas y con los programas de ordenamiento ecológico y con los planes de desarrollo urbano respectivos;
- Las acciones para realizar en el corto, mediano y largo plazo.
- Las bases para la administración, mantenimiento, monitoreo y vigilancia del área;
- El señalamiento de las disposiciones jurídicas ambientales aplicables; y
- Los mecanismos de financiamiento del área.

Como se observa en la Tabla 4, con respecto a los componentes del programa de manejo, de acuerdo con la normatividad, ya que para la federación se consideran a mayor detalle los apartados que integran el programa. Para elaborar el programa se consideran, aparte de lo encontrado en la normatividad existente, los términos de referencia que la CONANP, como órgano administrador de las ANP, a nivel federal, emite como guía para la obtención del programa. Es de esta guía, tomando en cuenta la normatividad del estado, que se obtiene la estructura final del programa de manejo de las áreas naturales en la entidad.

Tabla 4. Comparativa de los componentes del programa de manejo a nivel federal y estatal

Componentes del Programa de manejo de las ANP	Normas Estatales de acuerdo con el Código de Biodiversidad del Estado de México y a su Reglamento del Libro Segundo	Normas Federales de acuerdo con la LGEEPA y su Reglamento en materia de ANP
	Características físicas, biológicas, culturales, sociales y económicas del área	Descripción de las características físicas, biológicas, sociales y culturales, en el contexto nacional, regional y local, así como el análisis de la situación que guarda la tenencia de la tierra en la superficie respectiva.
	Objetivos del área.	Acciones por realizar a corto, mediano y largo plazo. Comprenderán las siguientes: de investigación y educación ambientales, de protección y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, la flora y la fauna, para el desarrollo de actividades recreativas, turísticas, obras de infraestructura y demás actividades productivas, de financiamiento para la administración del área, de prevención y control de contingencias, de vigilancia y las demás que por las características propias del ANP se requieran.

	Lineamientos para el uso de suelo, del manejo de recursos naturales y de la realización de actividades en el área y en sus distintas zonas, de acuerdo con sus condiciones ecológicas, las actividades compatibles con las mismas y con los programas de ordenamiento ecológico y con los planes de desarrollo urbano respectivos.	La forma en que se organizará la administración del área y los mecanismos de participación de los individuos y comunidades asentadas en la misma, así como de todas aquellas personas, instituciones, grupos y organizaciones sociales interesadas en su protección y aprovechamiento sustentable.
	Acciones por realizar en el corto, mediano y largo plazos.	Objetivos específicos del ANP.
	Bases para la administración, mantenimiento, monitoreo y vigilancia del área.	Referencia a las normas oficiales mexicanas aplicables a todas y cada una de las actividades a que esté sujeta el área.
	Señalamiento de las disposiciones jurídicas ambientales aplicables.	Inventarios biológicos existentes y los que se prevea realizar.
	Mecanismos de financiamiento.	Reglas de carácter administrativo a que se sujetarán las actividades que se desarrollen en el ANP de que se trate.

Fuente: elaboración propia.

Junto con la CEPANAF, a la CEPE de la SMAGEM, hoy Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático, correspondía elaborar los Programas de Conservación y Manejo de las ANP en el Estado, específicamente de los Parques Estatales Santuarios del Agua y Forestal, que pretenden asegurar la disponibilidad de agua en cantidad y calidad. La CEPE, por ser área STAFF de la Secretaría, tenía la capacidad de formar parte en el desarrollo de los Programas y Proyectos que las distintas direcciones realizaban. Dichos programas se elaboraron a partir de los Términos de Referencia emitidos por la CONANP.

CAPÍTULO 2.

MARCO CONTEXTUAL

Se realiza el siguiente planteamiento presentando en el contexto geográfico ambiental sobre la institución, donde se desarrolla la actividad, detallando las características demográficas, las estructuras económicas predominantes, los actores sociales relevantes (comunidades, grupos de interés) y los aspectos culturales que modulan la problemática. Identifica el marco normativo, las políticas públicas y las instituciones gubernamentales que regulan o influyen directamente en el tema de investigación.

2.1 Secretaría del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible del Gobierno del Estado de México (SMAGEM)

La Secretaría del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible del Gobierno del Estado de México (SMAGEM) es el órgano encargado de la formulación, ejecución y evaluación de la política estatal, en materia de conservación ecológica, biodiversidad y protección al medio ambiente, para el desarrollo sostenible (<https://sma.edomex.gob.mx/funciones>, 2025)

La SMAGEM tiene como objetivo proteger los ecosistemas estatales y mejorar la calidad del aire, agua y suelos del estado. Para ello, realiza las siguientes acciones:

- Establece sistemas de verificación ambiental y monitoreo de contaminantes.
- Implanta medidas para prevenir, restaurar y corregir la contaminación.
- Difunde programas y estrategias relacionadas con el equilibrio ecológico.
- Busca la participación ciudadana a través de denuncias, sugerencias, ideas y comentarios.

Características de la SMAGEM

Además de la aprobación de la Ley General del equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en el año 1987, en el Estado de México se creó la Comisión Estatal de Ecología en el año de 1988, como un órgano descentralizado dependiente gobierno del Estado de México, para lograr la coordinación de los esfuerzos de la Administración Pública Estatal y Federal, orientados a la solución de los problemas ambientales a través de la concertación de acciones con los sectores social y privado (SMAGEM, 2018).

Posteriormente a causa de la desarticulación de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas, en el año de 1991, se creó la Secretaría de Ecología, dependencia

encargada de la formulación, ejecución y evaluación de la política estatal en materia ambiental, misma que ha sufrido varios cambios, tal es así que en el año 2000 se reestructuraron las funciones de las unidades administrativas sustantivas y se fortaleció la desconcentración territorial de esta dependencia (SMAGEM, 2018).

En 2001, para agrupar una línea de mando de funciones a fines y complementarias, se creó la Subsecretaría de Prevención y Control de la Contaminación. Finalmente, para tener una estructura de organización con instancias de decisión más cercanas a los niveles operativos, en mayo de 2004 se modificó la estructura de organización de la dependencia (SMAGEM, 2018).

Además, para el año 2005, se presentó una iniciativa que cambiaría la denominación de la Secretaría de Ecología por Secretaría del Medio Ambiente, pues el Medio Ambiente se relaciona con el impacto del hombre en el medio físico y biológico, así como las interacciones entre éstos, atendiendo y previniendo situaciones provocadas por impactos naturales y humanos en el medio natural, dando con ello congruencia a la Legislación estatal con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (SMAGEM2018).

2.1.1 Misión

Crear, coordinar y aplicar la política ambiental en una perspectiva integral que promueva la cultura ecológica en los mexiquenses, para proteger, aprovechar y conservar los recursos naturales de la entidad (SMAGEM, 2018).

2.1.2 Visión

Ser una Secretaría encargada de conservar el medio ambiente a través de la protección y aprovechamiento racional de los recursos naturales y el posicionamiento transversal de la política ambiental, en todos los sectores del gobierno y de la sociedad, que sienta las bases para transitar hacia un desarrollo sustentable, en beneficio de los mexiquenses (SMAGEM, 2018).

2.2 Evaluación en materia de Impacto Ambiental

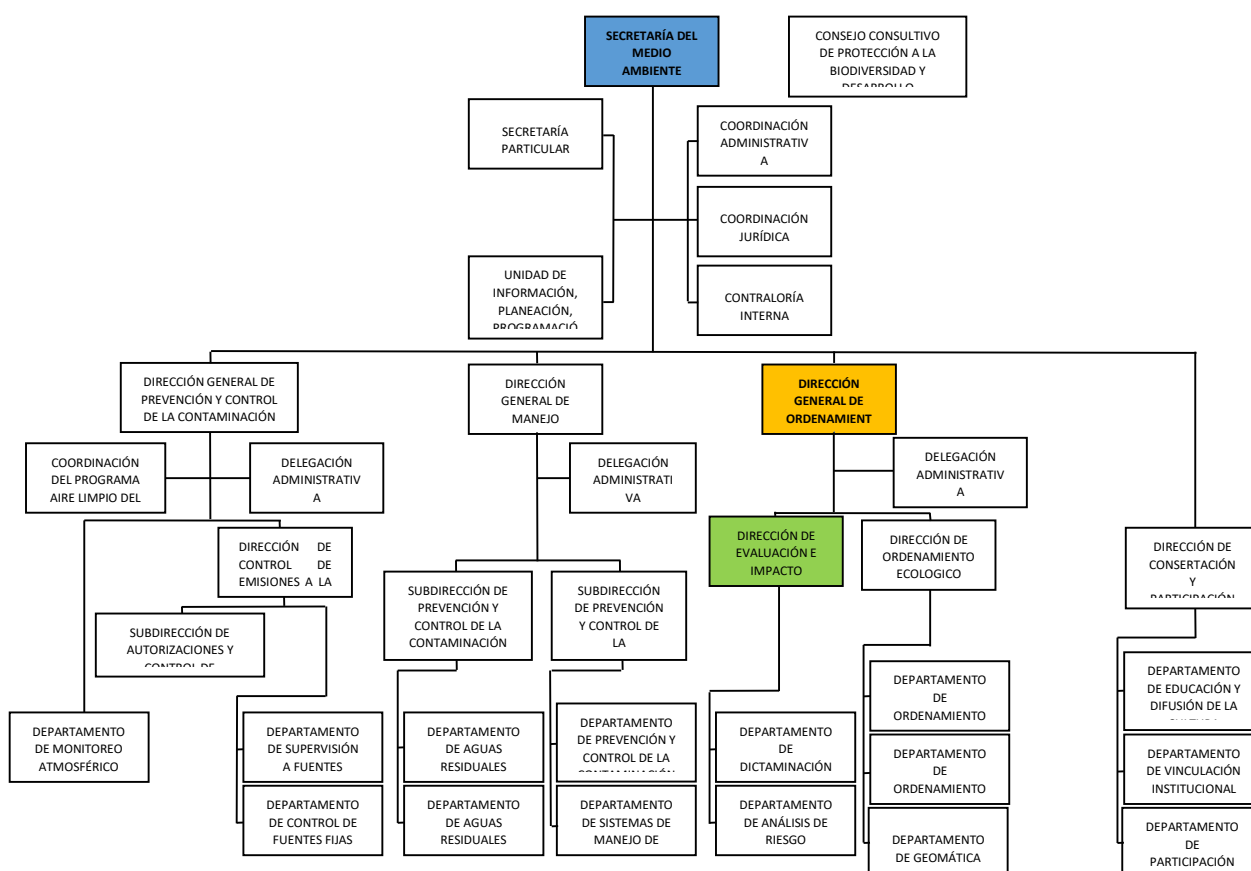
2.2.1 ¿Qué es la evaluación de impacto ambiental (EIA)?

La EIA es un proceso esencial para evaluar los potenciales efectos de un proyecto, plan,

programa o política sobre el medioambiente y la salud humana. También es un instrumento administrativo necesario para la aprobación de ese trabajo concreto, por parte del órgano competente para ello. Los factores considerados al realizar la EIA son los efectos que ese proyecto, plan o política pueda tener sobre la población y la salud humana, la flora y la fauna, la biodiversidad, la geodiversidad, la tierra, el suelo, el subsuelo, el aire, el agua, el paisaje, el clima, los bienes materiales, el patrimonio cultural de la zona y la interacción entre esos factores.

El principal objetivo de una EIA es garantizar que las decisiones sobre el desarrollo del proyecto sean informadas y sostenibles, minimizando y restaurando sus eventuales impactos negativos y maximizando los beneficios para la sociedad y el entorno natural. Otros objetivos asociados son: determinar la viabilidad ambiental de un proyecto, promover la transparencia y la participación pública en los proyectos, así como favorecer la prevención y adecuada gestión de potenciales riesgos ambientales.

2.3 Organigrama de la Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México



Fuente: elaboración propia con base en el manual general de organización de la SMAGEM (2010).

De acuerdo con el manual general de organización, la SMAGEM se conforma por 48 unidades administrativas, una Secretaría, seis direcciones generales, cinco direcciones de área, diez subdirecciones y veintiséis departamentos. Además, para la toma de decisiones, existe un Consejo consultivo de protección a la biodiversidad y desarrollo sostenible del Estado de México, que es el encargado de brindar asesoría al poder ejecutivo en materia de conservación ecológica y protección a la biodiversidad.

Tabla 5. Unidades administrativas de la SMAGEM

Unidades Administrativas de la SMAGEM	
Secretaría	1
Direcciones Generales	6
Direcciones	5
Subdirecciones	10
Departamentos	26
Total de Unidades Administrativas	48

Fuente: elaboración propia con base en el manual general de organización de la SMAGEM. 2017

2.3.1 Órganos descentralizados

De igual forma, para dar atención a los asuntos de su competencia, la SMAGEM cuenta con cuatro órganos desconcentrados de gobierno que están sectorizados a ella y se enumeran en la ilustración.

Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de México (PROPAEM)

Funciones:

- Recibir, investigar, atender y canalizar denuncias y quejas de la ciudadanía, autoridades federales, estatales y municipales.
- Vigilar y difundir el cumplimiento de la normatividad ambiental.

Objetivo:

- Garantizar a las personas el derecho a vivir en un ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar.

Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna (CEPANAF)

- Se encarga de proteger, conservar y preservar las áreas naturales y la fauna de la entidad.

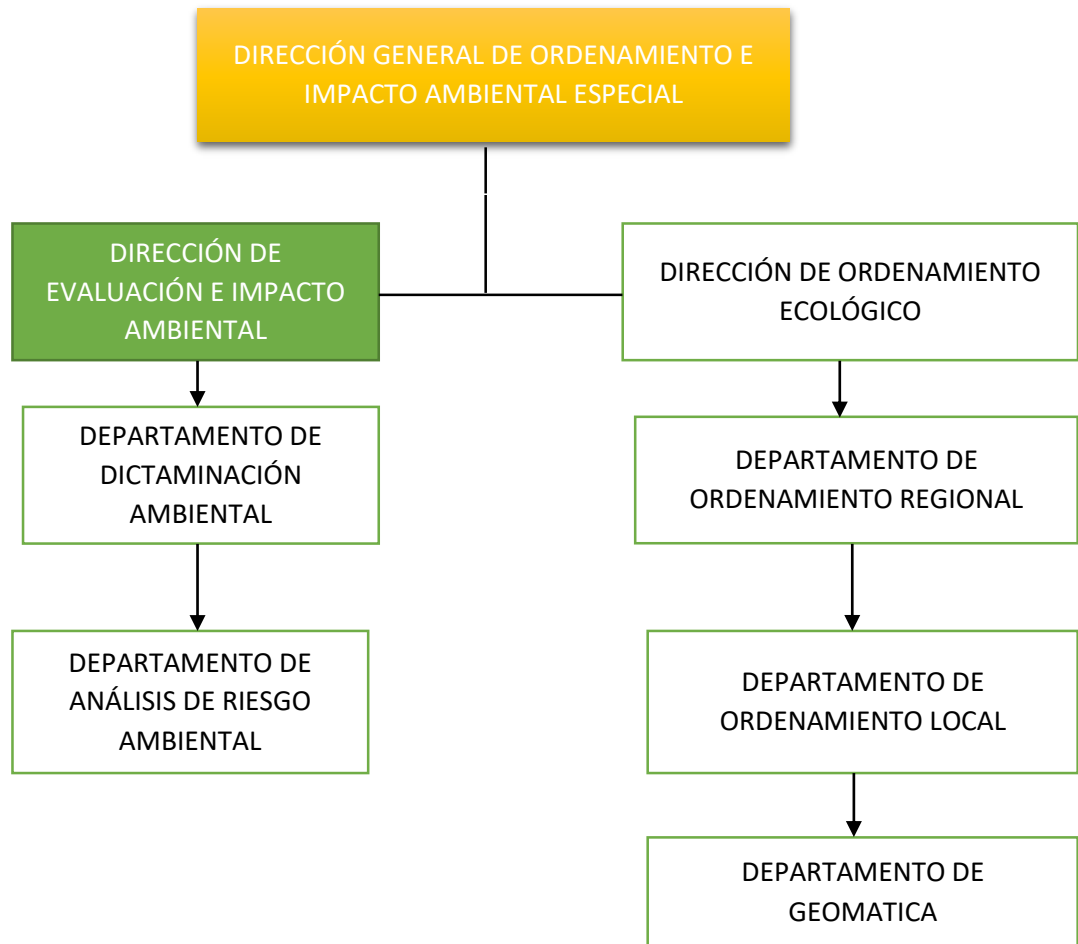
Instituto estatal de energía y cambio climático (IEECC)

- Promueve el fortalecimiento de capacidades institucionales y sectoriales para enfrentar al cambio climático, mediante el desarrollo de investigación científica y tecnológica en materia de cambio climático, eficiencia energética y energías renovables, (<https://sma.edomex.gob.mx/funciones>, 2025).

Dirección General de Ordenamiento e Impacto Ambiental (DGOIA)

- Promover instrumentos de política ambiental para la planeación y ordenamiento ecológico de la entidad, que permita prevenir y controlar el deterioro de los recursos naturales y la contaminación ambiental, así como consolidar los procedimientos para la evaluación del impacto y riesgo ambiental. (SMAGEM, 2017).

Ilustración 5. Organigrama DGOIA



Dirección General de Ordenamiento e Impacto Ambiental

2.3.3 Objetivo

Promover instrumentos de política ambiental para la planeación y ordenamiento ecológico de la entidad, que permita prevenir y controlar el deterioro de los recursos naturales y la contaminación ambiental, así como consolidar los procedimientos para la evaluación del impacto y riesgo ambiental.

2.3.4 Funciones

- Proponer programas de ordenamiento ecológicos regionales y locales en coordinación con particulares, organizaciones e instituciones del sector público y privado previo convenio con las involucradas y los involucrados, promoviendo criterios y lineamientos ambientales que coadyuven a proteger, restaurar, conservar y aprovechar los recursos naturales en el Estado de México.

- Aplicar, expedir, ejecutar, evaluar y modificar el Programa de Ordenamiento Ecológico del territorio del Estado de México, con la participación que corresponda de otras dependencias y entidades de la Administración Pública Estatal y Municipal.
- Aprobar las propuestas técnicas y administrativas en materia de ordenamiento e impacto ambiental de las áreas que conforman la Dirección General.
- Incorporar la variable ambiental en la planeación de acciones, proyectos y programas de la Administración Pública Estatal que inciden en el patrón de ocupación del territorio, a través de los ordenamientos ecológicos.
- Presidió los Comités de Ordenamiento Ecológico Estatal y Regional.
- Programar, ejecutar y supervisar la realización de obras y acciones en materia de protección, conservación, restauración y aprovechamiento del equilibrio ecológico, conforme a los programas de ordenamiento ecológico.
- Verificar y promover la actualización permanente de la información cartográfica generada en los ordenamientos ecológicos regionales y municipales.
- Vigilar la ejecución de las actividades derivadas del Reglamento del Libro Segundo del Código para la Biodiversidad del Estado de México en materia de ordenamiento ecológico e impacto y riesgo ambiental.
- Supervisar los asuntos derivados de los acuerdos celebrados en el Comité de Prevención y Control del Crecimiento Urbano en los municipios de la entidad.
- Emitir autorizaciones para la ejecución de obras y actividades públicas o privadas, con base en la evaluación del impacto y riesgo ambiental, y de conformidad con lo establecido en el Código para la Biodiversidad del Estado de México y su Reglamento del Libro Segundo.
- Consolidar los lineamientos, mecanismos y procedimientos para el dictamen de ordenamiento ecológico, y la evaluación del impacto y riesgo ambiental.
- Determinar, en materia de impacto y riesgo ambiental, las obras y actividades que por su naturaleza puedan generar impacto ambiental o afectación a la salud, los bienes y la integridad física de los habitantes de la entidad.
- Definir y autorizar los requisitos y procedimientos que deben cumplir las prestadoras y los prestadores deservicio en materia de impacto y riesgo ambiental.

- Emitir opinión técnica de los proyectos que en materia de impacto ambiental de obras y actividades de competencia federal se desarrollen en el territorio del Estado de México.
- Integrar, administrar y disponer para consulta de las personas que así lo soliciten, datos sobre informes previos, manifestaciones de impacto ambiental y estudios de riesgo ambiental.
- Sugerir el esquema y/o herramienta que garantice el cumplimiento de las condicionantes que se establecen, a través de los resolutivos emitidos por esta Dirección General.

2.4 Departamento de Evaluación e Impacto Ambiental (DEIA)

2.4.1 Objetivo

Es un procedimiento clave para analizar los efectos sobre el medio ambiente derivados del desarrollo de un plan, programa o proyecto, y es el instrumento administrativo necesario para determinar su aprobación por el órgano competente.

3.4.2 Funciones

Emitir autorizaciones en materia de impacto ambiental donde se analizan los efectos integrales sobre el medio ambiente considerando los siguientes factores: la población, la salud humana, la flora, la fauna, la biodiversidad, la geodiversidad, la tierra, el suelo, el subsuelo, el aire, el agua, el clima, el cambio climático, el paisaje, los bienes materiales, incluido el patrimonio cultural, y la interacción entre todos ellos.

Para conocer el lugar donde se desarrollará el proyecto, se requiere revisar lo siguiente:

- Áreas Naturales protegidas (Federales, Estatales y municipales).
- Regiones prioritarias (terrestres, Hidrológicas y marinas).
- Ordenamientos Ecológicos (Regionales, Locales y Marinos).
- Uso de suelo y vegetación.
- Otros sitios.

2.4.3. Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (PEIA)

EL estudio de Impacto Ambiental es una evaluación técnica que debe de contener la mitigación de impactos generados sobre la superficie del proyecto a desarrollar, y que puede presentarse de tres maneras distintas. Incluye las siguientes etapas:

- a. Informe previo
- b. Manifestación de impacto ambiental modalidad particular y,
- c. Manifestación de impacto ambiental modalidad regional.
- d. Informe preventivo

El proyecto debe acompañarse de una solicitud que incluya los datos del solicitante para su evaluación y emitir el informe preventivo. No es en sí mismo una Manifestación de Impacto Ambiental. Sigue las siguientes etapas:

Etapas y documentos principales

1. Solicitud y documentación: se debe presentar una solicitud formal con los datos del solicitante y el proyecto, junto con documentos que acrediten la personalidad jurídica y la información general del proyecto.
2. Estudio de impacto: la naturaleza del proyecto determina el tipo de estudio que se debe presentar.
3. Evaluación por parte de la DEIA: el Departamento analiza la solicitud y el estudio de impacto para determinar la factibilidad del proyecto desde diversos enfoques (Urbanismo, medio ambiente, movilidad, etc.).
4. Emisión de Evaluación de Impacto ambiental, que puede incluir medidas de prevención, mitigación y restauración de los daños ambientales, de acuerdo con los siguientes casos:
 - a) Cuando otras disposiciones que regulen las emisiones, las descargas, el aprovechamiento de recursos naturales y, en general, todos los impactos ambientales relevantes que puedan producir las obras o actividades;
 - b) Las obras o actividades en cuestión estén previstas por un plan parcial de desarrollo urbano o ecológico evaluado por la Secretaría según el artículo en cuestión.

- c) Para el caso de proyectos ubicados en parques industriales autorizados, se requiere presentar una manifestación de impacto ambiental en alguna de las modalidades o si se está en alguno de los supuestos señalados.

Manifestación de Impacto Ambiental (MIA)

Es una evaluación técnica para las personas (físicas o morales) que desean realizar algún proyecto, obra o actividad prevista en el artículo 28 de la LGEEPA, así como en el reglamento interno de la Secretaría del Medio Ambiente, en la cual se deben considerar impactos Ambientales, Sociales. Paisajísticos, entre otros, que controlen y mitiguen los impactos generados, a fin de que no causen desequilibrios ecológicos o rebasen los límites y condiciones establecidos en el artículo 28 de la LGEEPA (Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente) y el Reglamento Interno de la Secretaría del Medio Ambiente.

2.5 Departamento de Análisis de Riesgo Ambiental

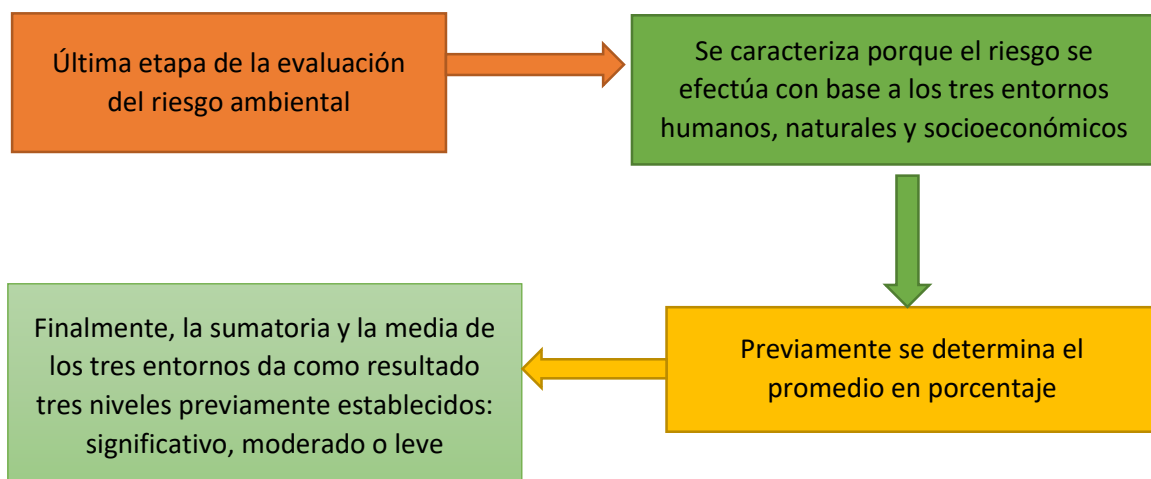
2.5.1 Objetivo

Emitir autorizaciones condicionadas en riesgo ambiental según el instructivo de obras, actividades y servicios que requieren de dicha evolución.

2.5.2 Funciones

Llevar a cabo la evaluación técnica en materia de Riesgo Ambiental, considerando riesgos por almacenaje de algún combustible, hidrocarburo, etc.

Ilustración 7. Caracterización de Riesgo Ambiental



2.6 Dirección de Ordenamiento Ecológico

Pretende revertir, recuperar y reorientar el uso del suelo fuera de los centros de población, y fomentar el desarrollo de las actividades más convenientes, para proteger y preservar el medio ambiente y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, analizando las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de estos.

2.6.1 Departamento de Ordenamiento Regional

Área que promueve y revisa los planes de ordenamientos ecológicos regionales. Estos procesos regionales pueden contar con la participación de los gobiernos estatal y federal, mediante la firma de un convenio de coordinación.

2.6.2 Departamento de Ordenamiento Local

Se promueven y revisan para su publicación en gaceta de gobierno los ordenamientos ecológicos municipales. Cuando un programa de ordenamiento ecológico local incluya algún área natural protegida, competencia de la federación, este debe elaborarse y aprobarse conjuntamente entre los gobiernos federal, estatal y municipal.

2.7 Departamento de Geomática del Gobierno del Estado de México

Área que se encarga del análisis espacial de los problemas ambientales y se integra con geográfica y las tecnologías de la información, ayuda a procesar y analizar datos geoespaciales para visualizar y gestionar problemas ambientales, apoyar la toma de decisiones y facilitar la difusión de la información.

Su principal función es capturar, procesar, analizar, interpretar y difundir información digital geoespacial.

- Permite visualizar espacialmente la complejidad de los fenómenos ambientales.
- Ayuda a analizar y gestionar la información geoespacial de manera eficiente.
- Proporciona herramientas para el análisis e información geoespacial completa y actualizada.

CAPÍTULO 3
EVALUACIÓN DE IMPACTO
AMBIENTAL.
ASPECTO METODOLÓGICO

Impacto Ambiental

Es la alteración o modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza. Esto incluye la contaminación del aire, el agua y el suelo, el cambio en la composición de la atmósfera y la destrucción de los ecosistemas. El Impacto Ambiental tiene graves consecuencias para nuestro planeta y para todas las formas de vida que lo habitan (Conesa, 2010).

Por eso es importante tomar medidas para reducir nuestro impacto ambiental y proteger nuestro planeta. Esto incluye reducir nuestro consumo de energía y recursos, reciclar y utilizar fuentes de energía renovable, y promover políticas y regulaciones que protejan el medio ambiente. Con esto entendemos que cualquier acción que tenga como objetivo proteger y preservar el medio ambiente tiene un impacto ambiental positivo.

Metodologías de Evaluación del Impacto Ambiental

2.7.1 Evaluación del Impacto Ambiental

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) como instrumento de la política ambiental, tiene como objetivo Prevenir, mitigar y restaurar los daños al ambiente, Regular obras o actividades que puedan generar impactos y Evitar o reducir los efectos negativos que estas obras o actividades puedan tener sobre el ambiente, con la finalidad de armonizar el desarrollo de proyectos con la protección ecológica (SEMARNAT, 2024). Contempla los siguientes aspectos:

1. Identificación de impactos.
2. Tener presentes los sesgos del equipo evaluador.
3. Tener en cuenta costos y requerimiento de datos, tiempo de aplicación, cantidad y tiempo de entrega.

2.7.2 ¿Cómo se realiza una evaluación ambiental?

Durante el proceso de evaluación es necesario la Identificación del proyecto y sus objetivos, Posteriormente se debe definir el alcance del proyecto, sus actividades, su influencia y sus posibles impactos ambientales.

2.7.3 Identificación de los impactos ambientales potenciales

Se analiza información para identificar posibles Impactos Ambientales en los cuales se

deben de considerar los siguientes temas como la calidad del aire, el agua y el suelo, la biodiversidad, el paisaje y los recursos naturales con cada una de las actividades que realizará el proyecto.

2.7.4 Evaluación de los Impactos Ambientales (EIA)

La evaluación de impacto ambiental (EIA) es un proceso que se aplica para determinar los efectos que un proyecto puede tener en el medio ambiente y la sociedad. Para realizarla, se pueden seguir los siguientes pasos:

- A. Establecer el contexto: conocer el proyecto y sus alternativas, así como el medio en el que se desarrollará.
- B. Determinar el alcance: definir los límites de la EIA y establecer la base de los análisis.
- C. Crear la declaración ambiental: revisar la declaración y consultar con las partes interesadas.
- D. Evaluar el impacto: analizar los impactos ambientales y socioeconómicos del proyecto, así como las alternativas.
- E. Identificar medidas de mitigación: preparar los planes para reducir los impactos.
- F. Crear el informe de EIA: reunir la investigación y el trabajo realizado en un documento estructurado.
- G. Revisar y licenciar: las autoridades revisarán el informe para determinar si el proyecto obtiene la licencia o requiere modificaciones.
- H. Monitorear: asegurar que se apliquen correctamente las medidas de mitigación.

2.7.5 Desarrollo de Estrategias de Mitigación

Se deben desarrollar estrategias para mitigación, minimizar o evitar efectos negativos. Estas estrategias pueden incluir cambios en el diseño del proyecto, innovación tecnologías limpias, aplicar un plan de manejo ambiental, el cual está constituido por varios sub-planes que se desarrollarán en el proyecto, actividad que se esté desarrollando, estos sub-planes son:

1. De relaciones comunitarias.
2. De rehabilitación de áreas afectadas.
3. De seguridad y salud ocupacional.
4. De prevención y mitigación de impactos.
5. De capacitación.
6. De contingencia.
7. De monitoreo y seguimiento del manejo de desechos.
6. De abandono y cierre.

2.8 Elaboración del informe de Evaluación Ambiental

La elaboración del informe de evaluación ambiental, también conocido como informe de impacto ambiental (EIA), se realiza por el equipo del proyecto y los consultores involucrados. Para ello, se debe considerar lo siguiente:

- A. Conocer el contexto del proyecto y el medio en el que se desarrollará.
- B. Recopilar los datos y evaluar los impactos que el proyecto tendrá sobre el medio ambiente.
- C. Proponer medidas para minimizar los impactos.
- D. Diseñar un programa de vigilancia ambiental.
- E. Escribir el informe, revisarlo y estructurarlo de acuerdo con los términos de referencia.
- F. La elaboración del informe de evaluación ambiental, también conocido como informe de impacto ambiental (EIA), se realiza por el equipo del proyecto y los consultores involucrados. Para ello, se debe tener en cuenta lo siguiente:
- G. Conocer el contexto del proyecto y el medio en el que se desarrollará.
- H. Recopilar los datos y evaluar los impactos que el proyecto tendrá sobre el medio ambiente.
- I. Proponer medidas para minimizar los impactos.
- J. Diseñar un programa de vigilancia ambiental.
- K. Escribir el informe, revisarlo y estructurarlo de acuerdo con los términos de referencia.

2.8.1 Revisión y aprobación del informe

Se somete a revisión y autorización por parte de la autoridad competente de acuerdo con las normativas aplicables.

2.9 Beneficio de la actividad profesional

El presente trabajo forma parte de la experiencia laboral obtenida en el periodo 2004/20015, en la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México (SMAGEM), específicamente en la Dirección General de Ordenamiento e Impacto Ambiental (DGOIA), de octubre 2009-2015, en el cual pude desempeñar trabajos afines con la licenciatura en Geografía de la Universidad Autónoma del Estado de México, generación 2004-2009, con el fin de mostrar la relación entre hombre-naturaleza con impactos ambientales generados a través de los proyectos autorizados en la dirección general de ordenamiento e impacto ambiental a través del departamento de impacto ambiental.

Se destaca la utilidad del método geográfico aplicado en el ámbito laboral, desarrollando actividades tales como: análisis del espacio geográfico, georreferenciación, descripción de elementos impactados, ***aplicación de la matriz de Leopold***, medidas de mitigación por impactos generados en los distintos proyectos y Análisis de la interrelación con las actividades humanas que se desarrollan en el área (a través de las autorizaciones emitida.

2.8.1 ¿Qué es la Matriz de Leopold aplicada en la Evaluación de Impacto Ambiental y para qué sirve?

Es un método cualitativo de causa-efecto que se estableció para la evaluación del impacto ambiental, la cual es un modelo de información, preparado por el Servicio Geológico del Ministerio del Interior de los Estados Unidos. Como método, sirve para identificar, organizar y analizar los posibles cambios que un proyecto o actividad puede generar en el medio ambiente.

La matriz de Leopold es una herramienta que se utiliza para evaluar los impactos ambientales de un proyecto basándose en un análisis de causa-efecto, así mismo recopila factores socioeconómicos, físicos y biológicos que permite examinar las interacciones entre acciones y factores ambientales por lo tanto es un método sencillo de aplicar y de bajo costo que se utilizó en el Departamento de Dictaminación Ambiental.

3.1.2 Objetivo de la Matriz de Leopold

Se centra en la gestión proactiva de proyectos para asegurar la sostenibilidad y la salud ambiental, con la finalidad de proteger los recursos naturales, la salud humana y los sistemas ecológicos, detener el proceso de deterioro ambiental y perfeccionar el proyecto mediante la Identificación de impactos, Prevención y valoración de medidas de mitigación, esperado: Revertir y/o corregir los impactos negativos detectados.

Importancia de la Evaluación de Impacto Ambiental

Esta metodología se integra el criterio ambiental asegurando que los proyectos aborden el medio ambiente desde la etapa de resolución de problemas, enfocándose en resaltar los impactos positivos y mitigar los negativos. Al ser una herramienta de planificación, no solo reduce costos, ahorra tiempo y genera un producto superior (mejor diseñado) y en lo económico se fundamenta en la premisa clave de que los costos preventivos son siempre menores que los costos correctivos o de reparación del daño ambiental.

Facilita y respalda la toma de decisiones fundamentales, ofrece un resultado objetivo basado en la evaluación equilibrada de diversas alternativas, al fomentar la participación social. La documentación resultante debe ser fácilmente interpretable por toda la comunidad (población y autoridades), asegurando la transparencia y la comprensión pública de los impactos y las medidas propuestas.

La Evaluación de Impacto Ambiental representa un bien económico, político y por sobre todo un bien ético, al ser un proceso de análisis continuo, objetivo, sistemático, reproducible e interdisciplinario, para tomar decisiones. Como método científico, es una herramienta probabilística que debe tener en cuenta los fenómenos ajenos al proyecto que puedan aparecer en el transcurso del proceso.

Aspectos por analizar del proyecto y del entorno inmediato

Aspectos relevantes:

El proceso comienza con la identificación de las acciones clave que puedan generar impactos potenciales en las fases de planificación, construcción, operación y abandono del proyecto. Posteriormente, deben definirse las áreas de influencia, cuyos límites están determinados por los grupos sociales y las actividades económicas afectadas. La información esencial para esta etapa incluye:

- Objetivos, alcance y esfera de acción del proyecto.
- Ubicación (localización geográfica y socioeconómica).
- Normativa y disposiciones legales vigentes.
- Insumos, recursos (materias primas, recursos naturales, capacidad operativa, residuos), cronograma de actividades y vida útil del proyecto.
-

Para iniciar una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), se deben considerar y definir los siguientes puntos:

- Delimitación del Alcance: Establecer las escalas de tiempo y geográficas que regirán el estudio.
- Análisis del Entorno Afectado: Realizar una observación detallada del ambiente que será impactado por el proyecto.
- Definición de Información: Determinar el tipo y la fuente de información requerida para el análisis.
- Identificación de Actores: Determinar los actores sociales y los grupos de interés que están involucrados en el proyecto.
- Focalización del Estudio: Identificar los puntos más relevantes a tratar, priorizando las acciones a evaluar y descartando aquellas que no sean significativas.
- Asignación de Responsabilidades: Designar las responsabilidades específicas de los profesionales que conforman el equipo de trabajo multidisciplinario, conocido como el "Panel de expertos".

Para asegurar la objetividad de los argumentos técnicos y científicos, se realizan reuniones con un Panel de Expertos multidisciplinario (integrado por ingenieros, biólogos, ecólogos, geógrafos, sociólogos, urbanistas, legisladores ambientales, economistas, entre otros). En estas sesiones, se pone especial énfasis en la selección rigurosa de los participantes, así como en la organización y la conducción efectiva de las reuniones.

Desarrollo de la experiencia

Esta experiencia se ha desarrollado durante cinco años que trabaje en el Departamento de Dictaminación Ambiental y los resultados al aplicar este método en lo personal me satisface por los resultados obtenidos al realizar la evaluación de impacto ambiental (EIA)

a diversos proyectos para determinar los efectos que puede tener en el medio ambiente y la sociedad.

La matriz de Leopold como herramienta

La matriz de Leopold se utiliza como herramienta para evaluar el impacto ambiental de acciones humanas sobre el medio ambiente. Recoge cien acciones que pueden ser relacionadas con ochenta y ocho factores ambientales. En la Tabla 7 presentamos un listado de ambos conjuntos de elementos, la confección de la tabla puede ser una actividad para realizar para el levantamiento de la información.

Tabla 7. Factores ambientales y acciones antrópicas en la matriz de Leopold

Factores ambientales	
A. Características físicas y químicas	B. Factores sociales
TIERRA a. Recursos minerales b. Materiales de construcción c. Suelos d. Geomorfología e. Campos magnéticos o radioactividad de fondo f. Factores físicos singulares	USO DEL TERRITORIO a. Espacios abiertos y salvajes b. Zonas húmedas c. Silvicultura d. Pastos e. Agricultura f. Zona residencial g. Zona comercial h. Zona industrial i. Minas y cantera
AGUA a. Continentales b. Marinas c. Subterráneas d. Calidad e. Temperatura f. Recarga de acuíferos g. Nieve, hielo y heladas	RECREATIVOS a. Caza b. Pesca c. Navegación d. Baño y natación e. Acampada f. Excursionismo g. Zonas recreativas
ATMÓSFERA a. Calidad b. Clima (macro y micro) c. Temperatura	ESTÉTICOS Y DE INTERÉS HUMANO a. Vistas panorámicas y paisaje b. Naturaleza c. Espacios abiertos d. Factores físico singulares e. Parques y reservas f. Monumentos g. Especies o ecosistemas especiales h. Lugares históricos o arqueológicos i. Disarmonias
PROCESOS a. Inundaciones b. Erosión c. Deposición (sedimentación y precipitación) d. Solución e. Sorción (intercambio de iones) f. Compactación y asentamiento g. Estabilidad h. Sismología (terremotos) i. Movimientos de aire (vendavales y tempestades)	NIVEL CULTURAL a. Estilos de vida y referentes culturales b. Salud y seguridad c. Trabajo y ocupación laboral d. Densidad de población
CONDICIONES BIOLÓGICAS	
FLORA a. Árboles b. Arbustos c. Hierbas d. Cosechas agrarias e. Microflora f. Plantas acuáticas g. Especies en peligro h. Barreras y obstáculos i. Corredores biológicos	SERVICIOS E INFRAESTRUCTURAS a. Estructuras b. Red de transportes c. Red de servicios d. Eliminación de residuos sólidos e. Barreras f. Corredores
FAUNA a. Aves	RELACIONES ECOLÓGICAS

b. Animales terrestres c. Peces y moluscos d. Organismos bentónicos e. Insectos f. Microfauna g. Especies en peligro h. Barreras i corredores	a. Salinización de acuíferos b. Eutrofización c. Vectores enfermedades insectos d. Cadenas alimentarias e. Salinización de suelos f. Invasión de especies g. Otros
--	--

Tabla 8. Continuación de factores ambientales y acciones antrópicas en la matriz de Leopold

Factores antrópicos	
MODIFICACIONES 1. Introducción de fauna y/o flora exótica 2. Controles biológicos 3. Modificaciones de hábitat 4. Alteraciones de la cobertura terrestre 5. Alteraciones de la hidrología 6. Alteraciones del drenaje 7. Controles y modificaciones de flujo de ríos 8. Canalización 9. Regadíos 10. Modificaciones del clima 11. Incendios 12. Pavimentación de superficies 13. Ruidos y vibraciones	ALTERACIONES DEL TERRENO 1. Control de erosión 2. Minas cerradas y vertederos controlados 3. Minas abiertas 4. Paisaje 5. Dragado de puertos 6. Aterramientos y drenajes
TRANSFORMACIONES DEL TERRITORIO Y CONSTRUCCIÓN 1. Urbanización 2. Emplazamientos industriales y de edificios 3. Aeropuertos 4. Autopistas y puentes 5. Carreteras y caminos 6. Vías férreas 7. Cables y elevadores 8. Líneas de transmisión, oleoductos y corredores 9. Barreras y paredes 10. Dragados 11. Revestimiento de canales 12. Canales 13. Presas y embalses 14. Escolleras, diques, puertos deportivos y terminales marítimas 15. Estructuras en alta mar 16. Estructuras de ocio 17. Voladuras y perforaciones 18. Desmontes y rellenos 19. Túneles y estructuras subterráneas	RECURSOS RENOVABLES 1. Repoblación forestal 2. Gestión y control de la vida natural 3. Recarga de acuíferos 4. Abonos 5. Reciclaje de residuos
EXTRACCIÓN DE RECURSOS 1. Voladuras y perforaciones 2. Excavaciones superficiales 3. Excavaciones subterráneas 4. Perforación de pozos 5. Transporte de fluidos 6. Dragados 7. Explotación forestal 8. Pesca comercial y caza	CAMBIOS EN EL TRÁFICO 1. Ferrocarril 2. Automóvil 3. Camiones 4. Barcos 5. Tráfico fluvial 6. Deportes náuticos 7. Caminos 8. Telesillas y telecabinas 9. Comunicaciones 10. Oleoductos

PROCESOS 1. Granjas 2. Ganadería y pastos 3. Abonos 4. Industrias lácteas 5. Generación energía eléctrica 6. Mineralurgia 7. Metalurgia 8. Industria química 9. Industria textil 10. Automoviles y aviones 11. Refinerías 12. Alimentación 13. Aserradoras y explotación de maderas 14. Celulosa y papel 15. Almacenamiento de productos	SITUACIÓN Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS 1. Vertidos en el mar 2. Vertederos 3. Situación de residuos mineros 4. Almacenamiento subterráneo 5. Cementerio de vehículos 6. Descarga de pozos de petróleo 7. Situación de sondeos profundos 8. Descargas de agua caliente 9. Vertido de residuos municipales 10. Vertido de efluentes líquidos 11. Balsas de estabilización y oxidación 12. Fosas sépticas comerciales y domésticas 13. Emisiones de gases residuales 14. Lubricantes usados
	TRATAMIENTO QUÍMICO 1. Fertilización 2. Descongelación química de autopistas 3. Estabilización química del suelo 4. Control de malas hierbas y vegetación silvestre 5. Pesticidas
	ACCIDENTES 1. Explosiones 2. Escapes y fugas 3. Fallos de funcionamiento

I. FACTORES AMBIENTALES

Instrucciones		A. MODIFICACIÓN DEL RÉGIMEN		B. TRANSFORMACIÓN DEL TERRITORIO Y CONSTRUCCIÓN		C. EXTRACCIÓN DE RECURSOS																							
1. Identificar todas las acciones (situadas en la parte superior de la matriz) que tienen lugar en el proyecto propuesto. 2. Bajo cada una de las acciones propuestas, trazar una barra diagonal en la intersección con cada uno de los términos laterales de la matriz, en caso de que haya un posible impacto. 3. Una vez completa la matriz, en la esquina superior izquierda de cada cuadrillo con barra, calificar de 1 a 10 la MAGNITUD del posible impacto. 10 representa la máxima magnitud y 1 la mínima (el cero no es válido). Delante de cada calificación poner + si el impacto es beneficioso. En la esquina inferior derecha de cada cuadrillo calificar de 1 a 10 la IMPORTANCIA del posible impacto (por ejemplo, si es regional o simplemente local); 10 representa la máxima importancia y 1 la mínima (el cero no es válido). 4. El texto que acompañe la matriz consistirá en la discusión de los impactos más significativos, es decir, aquellos cuyas filas y columnas estén señalados con las mayores calificaciones y aquellos cuadrillos aislados con números superiores.		MATRIZ EJEMPLO <table><tr><td></td><td>a</td><td>b</td><td>c</td><td>d</td><td>e</td></tr><tr><td>a</td><td></td><td>2</td><td>1</td><td></td><td>5</td></tr><tr><td>b</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>5</td></tr></table>			a	b	c	d	e	a		2	1		5	b	1	2	3	2	5	ACCIONES PROPUESTAS 1. TIERRA a. Recursos minerales b. Materiales de construcción c. Suelos d. Geomorfología e. Campos magnéticos y radiactividad de fondo f. Factores físicos singulares 2. AGUA a. Continentales b. Marinas c. Subterráneas d. Calidad e. Temperatura f. Recarga g. Nieve, hielo y heladas 3. ATMÓSFERA a. Calidad (gases, partículas) b. Clima (micro, macro) c. Temperatura 4. PROCESOS a. Inundaciones b. Erosión c. Deposición (sedimentación y precipitación) d. Solución e. Sorción (intercambio de iones, complejos) f. Compactación y asentamientos g. Estabilidad h. Sismología (terremotos) i. Movimientos de aire		5. SERVICIOS DE INFRAESTRUCTURA a. Corredores b. Eutrofización c. Vectores enfermedades-insectos d. Cadenas alimentarias e. Salinización de materiales superficiales f. Invasión de maleza g. Otros		6. RELACIONES ECOLÓGICAS a. Corredores b. Eutrofización c. Vectores enfermedades-insectos d. Cadenas alimentarias e. Salinización de materiales superficiales f. Invasión de maleza g. Otros		7. OTROS a. Corredores b. Eutrofización c. Vectores enfermedades-insectos d. Cadenas alimentarias e. Salinización de materiales superficiales f. Invasión de maleza g. Otros	
	a	b	c	d	e																								
a		2	1		5																								
b	1	2	3	2	5																								
A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS		B. CONDICIONES BIOLÓGICAS		C. FACTORES CULTURALES		D. EVALUACIONES																							
1. TIERRA		1. FLORA		1. USOS DEL TERRITORIO		1. USOS DEL TERRITORIO																							
2. AGUA		2. FAUNA		2. RECREATIVOS		2. RECREATIVOS																							
3. ATMÓSFERA		3. PROCESOS		3. ESTÉTICOS Y DE INTERÉS HUMANO		3. ESTÉTICOS Y DE INTERÉS HUMANO																							
4. PROCESOS		4. PROCESOS		4. NIVEL CULTURAL		4. NIVEL CULTURAL																							
5. SERVICIOS DE INFRAESTRUCTURA		5. SERVICIOS DE INFRAESTRUCTURA		5. SERVICIOS DE INFRAESTRUCTURA		5. SERVICIOS DE INFRAESTRUCTURA																							
6. RELACIONES ECOLÓGICAS		6. RELACIONES ECOLÓGICAS		6. RELACIONES ECOLÓGICAS		6. RELACIONES ECOLÓGICAS																							
7. OTROS		7. OTROS		7. OTROS		7. OTROS																							
EVALUACIONES		EVALUACIONES		EVALUACIONES		EVALUACIONES																							

Tabla 8. Estudio de evaluación de impacto ambiental, procedente de Unidades temáticas

CAPITULO 4.

APLICACIÓN DE LA MATRIZ DE

LEOPOLD A UN PROYECTO

REAL

Metodología de Leopold para identificar y evaluar los Impactos Ambientales

En este apartado se identifican, describen y evalúan los impactos ambientales esperados por el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas, sobre los distintos componentes del ambiente.

11.1.1 Indicadores de impacto de acuerdo con la Matriz de Leopold

Los indicadores de impacto se definen como índices, sean estos cuantitativos o cualitativos, que permiten evaluar la dimensión de las alteraciones que pueden surgir a raíz del desarrollo de un proyecto o actividad. Estos indicadores son cruciales, ya que facilitan la estimación, cuantificación y la determinación de la magnitud de los impactos potenciales de un proyecto. En este contexto, los indicadores de impacto están estrechamente vinculados a la valoración del inventario ambiental, debido a que la magnitud de los impactos depende directamente del valor asignado a las variables estudiadas.

Es fundamental que los indicadores seleccionados cumplan, al menos, con los siguientes atributos clave:

- **Cuantificable:** que sea medible, preferentemente en términos numéricos.
- **Excluyente:** que garantice la ausencia de superposición o redundancia entre los distintos indicadores.
- **Fácil identificación:** que se defina conceptualmente de manera clara y concisa.
- **Relevancia:** que la información aportada sea significativa respecto a la magnitud e importancia del impacto.
- **Representatividad:** que refleje el grado de información que el indicador posee en relación con el impacto global del proyecto.

Los indicadores de impacto se identifican mediante el análisis de las interrelaciones existentes entre las acciones que causan el impacto y los factores ambientales que lo reciben. Por tanto, los impactos ambientales y las medidas de mitigación se deben explicar según las acciones específicas desarrolladas en el proyecto.

11.1.2 Lista indicativa de indicadores de impacto

Los indicadores de impacto seleccionados para la evaluación de impacto ambiental del proyecto fueron divididos en los siguientes apartados:

- Factores abióticos.
- Factores bióticos.
- Factores socioeconómicos.
- Factores derivados de las acciones del proyecto.

En cada uno existen componentes temáticos para los que se seleccionaron indicadores de impacto específicos según las características del proyecto y su etapa de desarrollo.

En la siguiente tabla se presentan los componentes.

Tabla 49. Indicadores de Impacto del Proyecto

ELEMENTOS Y FACTORES AFECTADOS O IMPACTADOS	INDICADORES
FACTORES ABIÓTICOS	
HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Uso de agua	Calidad del agua
RUIDO Y VIBRACIONES A generar por la operación del proyecto en sus diferentes etapas.	Intensidad Duración
SUELO Alteración de las características del suelo considerando su vocación.	Características fisicoquímicas
AIRE Por las emisiones producidas por la maquinaria pesada.	Calidad del aire (Emisiones).
FACTORES BIÓTICOS	
VEGETACIÓN El área del proyecto ya se ha modificado desde hace varios años, por lo que la vegetación está conformada por especies herbáceas y otras representativas de vegetación secundaria oportunista.	Cobertura vegetal (Cantidad) Fisonomía (Paisaje)
ELEMENTOS Y FACTORES AFECTADOS O IMPACTADOS	
FAUNA El área del proyecto ya se encuentra modificada desde hace varios años por las actividades de extracción que se han Realizado en la zona de influencia, por lo que la fauna es casi inexistente o se reduce a insectos y roedores debido a las actividades en las colindancias.	Fauna silvestre (Cantidad) Fauna nociva (Cantidad)
FACTORES DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO	

En este caso se realizará el diagnóstico del impacto socioeconómico que traerá el proyecto al municipio.	Compatibilidad del uso de suelo. Urbanización Conflictos viales Demanda de servicios Empleo (Actividad laboral) Ingresos públicos (impuestos)
FACTORES DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD DEL PROYECTO	
RESIDUOS El indicador de este componente será valorado por el tipo y los riesgos en la gestión de los residuos generados por el proceso.	Generación (Tipo / cantidad). Gestión integral (Riesgo).
FACTORES DE SALUD PÚBLICA Los factores para este indicador son aquellos que permiten Reflejar el grado de riesgo para la salud de la población cercana, los servicios de salud disponible, así como la cantidad de población potencialmente expuesta, derivada de la actividad del proceso.	Riesgos a la salud por accidentes de trabajo

11.1.3 Criterios y metodologías de evaluación

Los criterios y métodos de evaluación del impacto ambiental pueden definirse como aquellos elementos que permiten valorar el impacto ambiental de un proyecto sobre el medio ambiente, teniendo una función equivalente a los de la valoración del inventario, ya que los criterios permiten evaluar la importancia de los impactos producidos, mientras que los métodos de evaluación tratan de valorar conjuntamente el impacto global de la obra.

11.1.3.1 Criterios

La evaluación de impacto ambiental se analizará mediante una matriz de importancia, la que permite obtener una valoración cuantitativa al nivel requerido por el proyecto. La valoración cualitativa se efectuará a partir de la matriz de impactos. Cada casilla de cruce de matriz o elemento tipo, nos permitirá tener el efecto de cada acción sobre cada factor ambiental impactado. Estos elementos tipo o casillas de cruce, estarán ocupados por la valoración correspondiente.

Cabe señalar que es diferente la importancia del impacto con la importancia del elemento afectado. Se describe a continuación el significado de los símbolos que conforman el elemento tipo de la matriz de valoración cualitativa o matriz de importancia.

SIGNO

El signo del impacto hace alusión al carácter benéfico o positivo (+), perjudicial o negativo (-) y neutro (0) de las distintas acciones que se van a ejercer sobre los distintos factores considerados. Se puede incluir en algunos casos concretos un tercer carácter (X) que reflejará efectos asociados a circunstancias extremas al proyecto, de manera que solo mediante un estudio global de todas ellas se podría conocer su naturaleza perjudicial o benéfica.

MAGNITUD

Este término se refiere al grado, extensión, tamaño o escala del impacto (que tan severo es el impacto). El parámetro de valoración está comprendido entre 0-5 y debe basarse en hechos, donde el valor 5 representa la mayor magnitud y 1 la menor, mientras que el cero (0) representa un efecto nulo. Los valores comprendidos entre esos dos términos reflejarán situaciones intermedias.

IMPORTANCIA

Se refiere al significado para el humano. Su valor se basa en juicios. Para el caso de la técnica mixta combinando la matriz de Leopold con la recomendada por Adkins- Burke, este valor nos proporciona el criterio de certidumbre, el cual se refiere al grado de probabilidad de ocurrencia, estableciendo tres niveles: bajo, medio y alto.

EXTENSIÓN

Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo, el impacto será parcial (2) y extenso (4).

MEDIDAS CORRECTIVAS

La posibilidad y el momento de introducir acciones y medidas correctivas para mitigar o remediar impactos, se propone de manera temporal estableciendo los siguientes criterios.

No existe la posibilidad se simboliza con letra mayúscula..... N

En la fase de operación..... P

En la fase de funcionamiento..... F

Los impactos irrecuperables imposibilitan la introducción de medidas correctivas, siendo por el contrario de los recuperables, sobre los que pueden aplicar medidas correctivas.

CERTIDUMBRE

Este criterio se refiere al grado de probabilidad de que se produzca el impacto bajo análisis.

11.1.3.2 Metodologías de Evaluación y Justificación de la Matriz

El texto describe la matriz de interacciones como una metodología fundamental para la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). La principal justificación para su selección y uso reside en su capacidad para la presentación, identificación y valoración sistemática de los impactos.

Ventajas y justificación de las matrices

Las principales ventajas de utilizar matrices en las evaluaciones de impacto ambiental son las siguientes:

- **Sistematicidad y concisión:** las matrices permiten presentar los efectos que provocan los impactos de forma sistemática, resumida y concisa.
- **Valoración cuantitativa:** facilitan la asignación de una puntuación empírica a los impactos, lo que permite evaluar su importancia relativa.
- **Identificación potencial:** los impactos potenciales se identifican claramente en un arreglo bidimensional (una matriz).

Estructura y componentes del Modelo

El modelo de matriz funciona mediante la interrelación de dos listas clave:

1. **Eje Y (Acciones del Proyecto):** Se utiliza una lista de las acciones derivadas del proyecto u obra (p. ej., construcción, operación, abandono).
2. **Eje X (Parámetros Ambientales):** Se incluye una lista de los parámetros ambientales (factores receptores) con potencial de impacto (p. ej., calidad del aire, biodiversidad, suelo).

La intersección de estos ejes permite identificar y evaluar de forma rápida la relación entre la actividad y el factor ambiental afectado.

Las dos listas (acciones del proyecto y características ambientales) se relacionan en una matriz que identifica la relación causa-efecto. Estas metodologías pueden tanto especificar las acciones que impactan en ciertas características ambientales como simplemente listar el grado o jerarquía de las posibles interacciones en una matriz abierta que se completa durante su análisis.

Identificación de Impactos

Para la identificación de los impactos ambientales potenciales del proyecto en todas sus etapas, se utilizó una técnica mixta que combina la Matriz de Interacción de Leopold con la recomendada por Adkins-Burke.

Esta combinación metodológica permite:

1. Conocer los criterios negativos y positivos del proyecto.
2. Disponer las acciones del proyecto en las columnas de la matriz.
3. Disponer las características del escenario ambiental en los renglones (filas).

La intersección de estos ejes facilita la identificación y valoración sistemática de los impactos.

La matriz tiene como principal objetivo identificar los impactos directos de las actividades de un proyecto y su respectiva cuantificación. El principio básico de esta herramienta se fundamenta en la interacción entre un número determinado de acciones del proyecto y los elementos del ambiente (natural y urbano). Por lo tanto, es necesario determinar la magnitud y la importancia de los impactos para cada interacción identificada.

Para establecer la probabilidad de ocurrencia de un efecto ambiental (ya sea benéfico o adverso), se emplea un criterio de umbral basado en la sumatoria de los valores de interacción. Se considera el valor absoluto de la sumatoria por cada actividad (columnas) o elemento ambiental (filas) para determinar la magnitud del impacto:

| Rango de Valor Absoluto ($\sum|\text{Valor}|$) | Clasificación del Efecto |

| :---: | :---: |

| Entre 0 y 1.0 | Efecto Bajo |

| Mayor a 1.0 | Efecto Alto |

Por lo tanto, al aplicar este umbral, se establecen las siguientes clasificaciones por tipo de efecto: (A continuación, deberás listar las clasificaciones específicas que uses: por ejemplo, "Adverso Bajo", "Benéfico Alto", etc.)

- BS= Benéfico significativo
- BN= Benéfico no significativo
- AN= Adverso no significativo - AS= Adverso Significativo.

Dentro de la matriz se considera el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas:

1. Preparación del terreno
 - a. Limpieza y desmonte del terreno.
2. Etapa de operación y mantenimiento.
 - a. Extracción del material
 - b. Acarreo
3. Abandono del sitio.
 - a. Restauración
 - b. Aprovechamiento del socavón.

En los escenarios ambientales se consideran cuatro aspectos:

- Factores del medio biótico
- Factores del medio abiótico
- Factores del medio socioeconómico
- Factores derivados de la actividad del proyecto

Esta metodología facilita la identificación de impactos mediante la intersección de dos factores clave: una acción del proyecto y el efecto resultante en un escenario ambiental específico. Además, ofrece la ventaja de permitir la asignación de valores cualitativos o

cuantitativos a estas interacciones. Las variables evaluadas se clasifican de la siguiente manera:

- Impactos benéficos: representados con el signo positivo (+), se asignan cuando la acción ejerce una influencia favorable sobre el medio en que se desarrolla.
- Impactos adversos: representados con el signo negativo (–), se producen cuando la acción determinada refleja un efecto desfavorable sobre el ambiente donde se realiza.

Para cuantificar la afectación que un impacto provoca sobre el entorno de aplicación, se establecen cuatro clases de clasificación. Estas clases se delimitan en función del porcentaje de afectación que una acción causa directamente sobre el medio donde se ejecuta, tomando como referencia un 100% de afectación total. Los valores criterio utilizados para esta clasificación son los establecidos en la Tabla 10:

Tabla 10. Valores criterio para la evaluación de los impactos ambientales

CLASE DE AFECTACIÓN	VALOR CRITERIO
Menor	0.000 a 0.250
Moderado	0.251 a 0.500
Severo	0.501 a 0.750
Crítico	0.751 a 1.000

Así mismo se correlacionan los datos obtenidos para cada etapa de desarrollo del proyecto con respecto de las posibles alteraciones en el entorno con un nivel de confianza del 95%. Una vez identificadas las acciones y factores del medio que presumiblemente serán impactados por aquellas, la matriz de importancia permite conocer una valoración cuantitativa al nivel requerido por una evaluación de impacto ambiental.

11.2. Identificación y evaluación de los impactos ambientales

Para la identificación y evaluación de impactos ambientales que el proyecto pueda tener se toman en cuenta los siguientes elementos.

- a) Descripción de los indicadores de impactos ambientales.
- b) Lista de chequeo descriptivo.
- c) Matriz de evaluación de impactos ambientales.

11.2.1 Descripción de los indicadores de Impactos Ambientales del proyecto

Es importante considerar que el uso de matrices simples de dos dimensiones, en algunos casos y para algunos factores ambientales, puede ofrecer inconvenientes, como que el formato no permite representar las interacciones sinérgicas que ocurren en el medio, ni considerar los efectos indirectos o secundarios de los proyectos. Es por lo que los indicadores ambientales se evalúan cualitativamente. La identificación de los impactos ambientales se logra con el análisis de la interacción entre los componentes del proyecto y los factores ambientales de la zona de influencia.

En la siguiente tabla se presenta la lista de indicadores de impacto, junto con el impacto que sufrirán en las diferentes etapas del proyecto, dicha evaluación se realiza de manera descriptiva que permitirá llevar a cabo el chequeo descriptivo y la matriz de impacto ambiental.

Tabla 11. Indicadores de Impacto Aplicados al proyecto

TIPO DE INDICADOR	Preparación del terreno	Operación y mantenimiento	Abandono del sitio
Calidad del Agua	Durante esta etapa no se utilizará agua.	Durante esta etapa no se utilizará agua.	Durante esta etapa no se utilizará agua.

11.2.2 Lista de Chequeo Descriptivo (Técnica de Evaluación Inicial)

Como primera técnica metodológica para la identificación y evaluación del impacto ambiental, se empleará la Lista de Chequeo Descriptivo. A continuación, se detallan los conceptos clave y los criterios utilizados:

- **Horizonte espacial (extensión del impacto):** Es la superficie o área afectada por el impacto ambiental previsto y puede ser:

- **Regional (incidencia amplia):** El efecto se presenta a más de 10 km del sitio donde se ejecuta la acción y dentro del área de influencia del proyecto, su valor es 3, dependiendo si es benéfico (+) o adverso (-).
- **L, Local (incidencia restringida):** El efecto se presentan después de los límites del sitio del proyecto hasta 10 km del punto donde ocurre la acción que lo genera, su valor es 2, dependiendo si es benéfico (+) o adverso (-).
- **P, Puntual (incidencia directa):** El efecto se presenta directamente en el sitio donde se ejecuta la acción, su valor es 1, dependiendo si es benéfico (+) o adverso (-).
- **Horizonte Temporal (Duración del impacto):** Se refiere al momento y duración del impacto y puede ser de:
 - **E, Permanente:** El efecto del impacto permanece en el componente ambiental afectado por un tiempo mayor de cinco años, su valor es de 3, dependiendo si es benéfico (+) o adverso (-).
 - **M, Mediano Plazo:** El efecto del impacto dura más tiempo que la actividad que lo genera (de uno hasta tres años), su valor es de 2, dependiendo si es benéfico (+) o adverso (-).
 - **C, Corto Plazo:** El efecto del impacto dura máximo un año de la actividad que lo genera, su valor es de 1.5, dependiendo si es benéfico (+) o adverso (-).
 - **N, Intermitente (inmediato, no constante):** El efecto del impacto dura el mismo tiempo que la actividad que lo genera, su valor es de 1, dependiendo si es benéfico (+) o adverso (-).

Naturaleza del Impacto (Reversibilidad del impacto): Valora la característica del impacto en su perspectiva de recuperación.

- **R, Reversible:** su valor es de 0.
- **A, Atenuable:** Se puede minimizar y es reversible, su valor es de 1, dependiendo si es benéfico (+) o adverso (-).
- **I, Compensable:** Se puede minimizar, pero no es reversible, su valor es de 2 o 3, dependiendo si es benéfico (+) o adverso (-)
-

A continuación, se presenta la matriz de síntesis descriptiva del proyecto.

- Durante las etapas de preparación del sitio y operación y mantenimiento de la explotación del material se producirá un cambio importante en la fisonomía del sitio, aunque cabe resaltar que el uso de suelo ya contempla estas actividades en la zona y que dicha fisonomía puede ser restaurada.
- Las especies arbustivas y cobertura vegetal serán retiradas para poder tener acceso al material a extraer, sin embargo y como se ha mencionado anteriormente, no existen especies arbóreas y al final de la vida útil del proyecto, esta se puede restaurar e incluso mejorar. La fauna silvestre, derivado de las actividades que se realizan en las colindancias, fueron afectadas con antelación a este proyecto y las actividades de la extracción del material no tienen influencia en este rubro, cabe mencionar que se prevé un impacto positivo por la disminución de la fauna nociva del sitio.
- Los aspectos socioeconómicos son favorables al incidir en la generación de empleos, temporales y ayudando a la economía del sitio. En el factor de servicios municipales estos no son requeridos, ya que no se pretende la urbanización de la zona o la inserción de procesos industriales en donde éstos se vuelven indispensables.

11.2.3 Matriz de evaluación de impactos ambientales

Para la identificación de los impactos generados, se empleó la Matriz de Leopold, aplicando la técnica descrita previamente. En esta matriz, se compararon los efectos que se estima generará el proyecto sobre los siguientes factores: abióticos, bióticos, el medio socioeconómico y las variables derivadas de las acciones del proyecto. A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la matriz de impactos.

11.3 Análisis de la evaluación de impactos

Las actividades que representan los impactos más relevantes son las realizadas en las etapas de preparación del sitio y de operación. El principal impacto es por el cambio en la fisonomía del sitio por la extracción del material.

11.3.1 Identificación, descripción y evaluación de impactos

Los impactos causados de tipo adverso comprenden el 64.70% del total de los incluidos en la tabla de valoración de los impactos potenciales. El 35.30% de los impactos es de tipo positivo y se darán en la etapa de restauración del proyecto en su mayoría sobre el componente suelo y su fisonomía.

Los impactos negativos por etapa del proyecto, conforme a la matriz de impactos ambientales son 22 en las diferentes etapas del proyecto que es la que se alude en el presente estudio, de un total de 34. Los impactos que más inciden en el desarrollo del proyecto son menores y moderados con extensiones puntuales, como se observa en el resumen, los impactos benéficos son menores y medianos.

Derivado de lo anterior se puede establecer la factibilidad de implementar medidas de compensación y mitigación para la mayoría de los impactos producidos en el proyecto. La mayoría de los impactos adversos se producen en la etapa de extracción, aunque la mayoría se consideran menores, los moderados cuentan condiciones que nos permiten atenuarlos. A continuación, se describen los impactos ambientales identificados en la matriz de interrelaciones con respecto a los factores ambientales considerados.

11.4 Medio Físico Natural

- **Hidrología**
- **Uso de agua:**
 - Para las diferentes etapas de la extracción de los materiales, no se utilizará agua, además de que no existen instalaciones fijas de servicios sanitarios, lavado de maquinaria u otras actividades asociadas al proyecto en las que pudiera utilizarse agua, por lo que el impacto sobre este recurso es nulo.
- **Agua residual:**
 - Como se describió en el punto anterior ya que no hay uso de agua, tampoco habrá descarga de agua residual.
- **Aire (calidad del aire):**
 - Durante las primeras dos etapas del proyecto, se utilizará maquinaria pesada, cuya operación incluye la emisión de gases contaminantes derivadas de sus motores. Los impactos a

la calidad del aire se consideran un efecto adverso, de muy baja intensidad, con una extensión puntual de manera intermitente. Los equipos emisores se mantienen en condiciones adecuadas de operación con mantenimientos preventivos y correctivos, en su caso, para dar cabal cumplimiento a las normas oficiales correspondientes en la materia.

La emisión de polvo por las actividades propias que se desarrollan en el proyecto se consideran un efecto negativo, de baja intensidad y casi nulo durante la época de lluvias y un poco más elevado durante algunos meses en los que la humedad del terreno es baja.

Durante las actividades de acarreo, los vehículos son cubiertos con lonas y circulan a baja velocidad por los caminos de acceso a fin de evitar la generación de polvo, que de por sí forma parte de los productos a comercializar.

Suelo

Características físico-químicas

Ya que el proyecto contempla la extracción de materiales pétreos, características como estructura, profundidad, textura, color, consistencia, porosidad y densidad se verán afectadas, y el aspecto particular del sitio se verá afectado. Aunque esta afectación se considera mayor por el impacto visual de la extracción del material, hay varias opciones de restauración que permiten revertir el impacto ambiental ocasionado con otros que plantean beneficios ambientales a mediano y largo plazo.

Compatibilidad de uso de suelo

El sitio donde se pretende la extracción de materiales está en una zona considerada el uso de suelo para realizar estas actividades, por lo que la actividad que aquí se plantea es compatible con él, además de mencionar que este proceso se indicó con autorización previa y que el presente le daría continuidad.

Derivado de lo anterior el impacto se considera positivo al ser compatible la actividad productiva que desarrolla la empresa.

Vegetación (abundancia, cobertura y fisonomía)

Las actividades de limpieza del sitio para el aprovechamiento de los materiales que se pretenden extraer serán necesarias, con lo que se afectará la cobertura que actualmente los cubre, misma que se encuentra compuesta por especies arbustivas y representativas de vegetación secundaria oportunista.

Derivado de lo anterior donde se encuentra la empresa no cuenta vegetación tanto al interior como al exterior, por lo que el impacto en este factor es nulo.

Fauna (nociva y abundancia)

En la actualidad, hay pocas especies silvestres de la zona, que se limitan a algunas autóctonas, por lo que en cuanto a abundancia el efecto será nulo; derivado de las actividades en las colindancias es posible que exista fauna nociva (moscas y roedores).

El impacto en la fauna nociva se considera un efecto positivo de baja intensidad, de extensión puntual, en un momento de corto plazo con presencia temporal, con reversibilidad en corto plazo, ya que las actividades de despalde y extracción reducen los sitios donde este tipo de fauna pueda alojarse.

Ruido (intensidad/duración)

El nivel de ruido generado en el predio durante la operación es bajo en las inmediaciones, por lo que se considera puntual y no significativo. Además de que las actividades se realizan en un espacio abierto, por lo que la dispersión del sonido es alta.

Ingresos públicos

El proyecto apoyará la economía del municipio vía el pago de impuestos durante sus diferentes etapas. Los rubros que impactan la economía pública del municipio se consideran un efecto benéfico durante la permanencia del proyecto, de manera local y en algunos casos se extiende al entorno estatal de acuerdo a la competencia de cada instancia.

Demanda de servicios

Para el proyecto no se tiene contemplada la demanda de servicios públicos por el momento, por lo que el impacto en este rubro se considera nulo.

Empleo

El empleo directo e indirecto tendrá un efecto benéfico puntual e inmediato durante el tiempo de vida útil del proyecto. Otro impacto positivo es la capacitación del personal que labora en la fuente de trabajo que ofrece la empresa ya que apoya el desarrollo de capacidades y aptitudes.

Paisaje (estética)

Las actividades que alteran la calidad visual se realizarán durante la preparación del sitio y la extracción de los materiales. El impacto sobre la calidad visual se considera alto, mismo que será atenuado en la etapa de restauración.

Conflicto vial

Actualmente hay accesos y vías de comunicación que permiten la afluencia de vehículos sin generar conflictos al sitio y a sus colindancias, aunque el acarreo generará un aumento en el flujo vehicular, este negativo de intensidad muy baja, que hace considerar el efecto casi nulo.

Urbanización

Aunque en el municipio hay sitios urbanizados en los últimos años, la zona no tiene condiciones que permitan el proceso, y las características del proyecto que nos ocupa no requiere o se encuentra ligado a beneficiarlo, por lo que el efecto sobre esto se considera nulo.

Generación de residuos

Los residuos peligrosos se generan prácticamente en todas las actividades humanas, inclusive en el hogar. Un residuo peligroso no necesariamente es un riesgo, si se maneja de forma segura y adecuada para prevenir las condiciones de exposición.

Lograr el manejo integral, ambientalmente adecuado, económicamente viable, tecnológicamente factible y socialmente aceptable de los residuos será fundamental para un impacto casi nulo

durante la operación de la maquinaria en las labores de preparación del terreno y extracción de materiales.

Accidentabilidad

La población expuesta será el entorno inmediato con un impacto adverso poco significativo, mientras que los eventos en la operación de los procesos serán de poca afectación con el uso apropiado del equipo de protección personal y el programa periódico de salud del personal, y la capacitación del personal que prevalecerán durante la vida útil del proyecto, considerado negativo, de intensidad baja, puntual, atenuable.

11.5 Medidas de Restauración y Conservación

Las acciones de restauración y compensación diseñadas para el desarrollo del proyecto constituyen las medidas esenciales para restituir los impactos ambientales generados en las distintas áreas del proceso. Paralelamente, se planifica implementar un programa de conservación. Este programa contendrá las acciones necesarias para:

1. Proteger el entorno inmediato del proyecto.
2. Garantizar la operatividad de los procesos actuales dentro del marco normativo aplicable.

11.5.1 Síntesis y jerarquización de los impactos del sistema ambiental

Como resultado de la identificación de los impactos por su grado, efecto y tiempo de incidencia sobre los componentes del sistema ambiental, se tiene que el componente de factores socioeconómicos son los que contribuyen a un impacto positivo por el desarrollo del proyecto.

Los impactos sobre el componente suelo y los riesgos a la salud son en su mayoría negativos. El componente de relaciones ecológicas se ve impactado en forma positiva y de manera permanente por la generación de empleos y la generación de ingresos públicos.

Para proceder a la jerarquización se utilizará la valoración de los impactos según la clase de afectación.

Por lo tanto, como se observa en la matriz de impacto ambiental, en el aspecto del medio ambiente y los derivados de las operaciones se tendrán la mayor cantidad de impactos negativos con un valor ponderado de -1.39, mientras que en los aspectos de la actividad en el medio socioeconómico se tendrán impactos positivos con un valor ponderado de +1.59, los impactos globales del proyecto serán benéficos positivos con un valor ponderado de +0.210, con lo que se concluye que el proyecto es viable desde el punto de vista de los impactos que producirán su ejecución.

A continuación, se describen las afectaciones hacia los elementos ambientales, producidas por las acciones del proyecto de acuerdo con la matriz de impacto.

La calidad del aire, derivada de las emisiones de contaminantes al medio ambiente, proviene de las actividades de extracción y acarreo de materiales. Por lo tanto, la calidad del aire es significativa y el impacto, aunque puede llegar a ser adverso puede ser mitigado, con el uso de lonas, así como del tránsito a baja velocidad y utilizar riego en la zona de explotación a fin de tener la menor cantidad de expansión de polvos.

La vegetación en el sitio debido a la naturaleza del predio y a los trabajos de explotación realizados con anterioridad se considera como arbustiva y de especies representativas de vegetación secundaria oportunista, misma que será removida y almacenada dentro del mismo predio a fin de que se pueda utilizar en las zonas ya explotadas con el objetivo de iniciar con la restauración.

En cuanto a la fauna, se espera que por la limpieza del sitio haya la disminución de fauna nociva y que la imagen se vea afectada. Durante la limpieza del terreno se realizará la remoción de la capa vegetal con que ahora cuenta el sitio y será almacenada dentro del mismo predio a fin de que se pueda utilizar en las zonas ya explotadas con el objetivo de iniciar con la restauración.

Al terminar la extracción de materiales se deberá realizar las actividades de rehabilitación, de acuerdo con la vocación natural del terreno y conforme al programa de restauración o rehabilitación aprobado por la instancia correspondiente o el uso alternativo, para lo cual se

deberá tener el análisis de las opciones a fin de cumplir con que ésta sea ambientalmente adecuada, económicamente viable, tecnológicamente factible y socialmente aceptable.

Toda la maquinaria y vehículos con acceso al sitio deberán cumplir con un protocolo de verificación que garantice el mantenimiento adecuado y que su funcionamiento es el óptimo para evitar fugas o derrames en el área del proyecto.

11.7 Medio Socioeconómico

Demanda de servicios e ingresos públicos

Es el elemento del medio socioeconómico que se refiere a los tipos y características de servicios que proporcionan los Municipios a sus habitantes. Entre estos servicios se encuentran el suministro de energía eléctrica, agua potable, alcantarillado, drenaje, recolección de basura, alumbrado público, entre otros.

Descripción de las medidas y acciones de mitigación, compensación, prevención y protección de los Impactos Ambientales negativos identificados

12.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación

Las medidas de mitigación ambiental constituyen el conjunto de acciones de prevención, control, atenuación, restauración y compensación de impactos ambientales negativos que deben acompañar el desarrollo de un Proyecto, a fin de asegurar el uso sostenible de los recursos naturales involucrados y la protección del medio ambiente.

Asimismo, las medidas de mitigación pueden estar encauzadas a la instrumentación de programas de reglamentación y capacitación, orientados al manejo y conservación de los recursos naturales, pero también a los procesos constructivos y operativos que puedan ocasionar impactos significativos, de tal manera que dichas medidas requerirán a su vez de un programa que establezca su ejecución durante las diversas etapas de desarrollo del proyecto.

Las medidas de mitigación que se proponen a continuación son resultado del análisis y evaluación de los impactos identificados en la matriz como negativos.

Estas medidas se enfocan a mitigar los impactos negativos de mediana magnitud, partiendo del control en las acciones que los motivan durante cada etapa de desarrollo del proyecto; y que contribuirán a mantener los impactos benéficos generados por la implantación de este.

Suelo

- La capa superficial de suelo fértil que se almacenó (en el caso de que exista), deberá emplearse para el recubrimiento de las bermas y del piso de la mina, de tal forma que los recubra una capa de espesor similar y no menor a la preexistente en el sitio, conforme avance la explotación de la mina y según lo permita su operación.
- Analizar las opciones de rehabilitación según la vocación natural del terreno ambientalmente adecuada, económicamente viable, Tecnológicamente factible y socialmente aceptable, obtener el programa correspondiente y someterlo a la aprobación de la autoridad.
- Se evitará la sobre excavación de la base del talud, así como los taludes escarpados.
- Garantizar a través de obras de ingeniería, la estabilidad de los taludes existentes y futuros y la no afectación de las construcciones vecinas.
- Realizar un estudio de estabilización para determinar el método correspondiente a aplicar a los taludes finales.
- Respetar los límites con terrenos colindantes y el derecho de vía dejando libre de explotación una franja de amortiguamiento de 20 metros, del límite del derecho de vía de estos o del límite con los terrenos vecinos, o mayor, según fueren las condiciones de los terrenos o zonas colindantes con la mina.

Vegetación

- Elaboración de un programa de reforestación en la zona para restituir las superficies que hayan sido sometidas a explotación, plantando especies propias de la zona; en el caso de árboles, se deberá evitar la utilización de especies exóticas, como las conocidas comúnmente como casuarina, eucalipto y pirul. La plantación de árboles deberá realizarse preferentemente al inicio de la temporada de lluvias, con técnicas específicas que garanticen la supervivencia de los individuos plantados y reemplazando a los que perezcan.

Emisiones

- Para la maquinaria pesada y los vehículos propios se deberá contar con un programa de mantenimiento anual para garantizar el adecuado funcionamiento de este.
- Los camiones que transporten el material extraído deberán hacerlo con la caja tapada con una lona, que impida el derrame de éstos en los caminos y conforme a lo marcado en la normatividad correspondiente.
- El responsable del depósito de los materiales estará obligado a expender materiales, únicamente a camiones que cuenten con una lona que impida el derrame de materiales, y a colocar anuncios en los puntos de venta para informar a los compradores de esta disposición.
- Circular por los caminos de acceso a baja velocidad para evitar el levantamiento de polvo.

Salud y seguridad

- Las actividades que se realizarán en la operación del proyecto representan riesgos, pero, en caso de accidente, se vería afectada la salud de los trabajadores, por lo que se desarrollarán planes de atención a emergencias para mitigación.
- Realizar el análisis de actividades y determinar el equipo de protección personal con el que debe contar el personal para realizarlas.

12.2 Etapa de abandono del sitio

En caso de dejar la actividad al término en los cuatro años próximos a la autorización, se notificará a las autoridades competentes para determinar lo conducente en el área de su competencia.

A continuación, se presenta el censo de los árboles que se encuentran en el perímetro del predio. Los datos del censo fueron Altura, Diámetro a la altura del pecho (DAP), Diámetro de copa y Estado Fitosanitario del árbol; si su estado es bueno regular o malo según sus condiciones físicas.

Para la valoración del estado físico y fitosanitario de los árboles se realizó una inspección ocular de las ramas, follaje y fuste. El registro dendrométrico (medición y descripción de los árboles en las condiciones actuales) de los organismos se realizó con apoyo de instrumentos de medición.

Tomando en cuenta el estado general del arbolado que se basa en condiciones de estrés constante (deshidratación, suelo pobre en nutrientes, vandalismo), los criterios para la evaluación del estado fitosanitario no se consideraron tan estrictas dado que una gran cantidad de árboles se encuentran en muy mal estado y en tal caso, se tendría que hacer una sustitución paulatina.

Las características físicas, fitosanitarias y dendrométricas de cada ejemplar arbóreo se presentan en la siguiente tabla en donde se utilizan las siguientes claves:

Bueno: organismo arbóreo que no presente raíces expuestas en demasía, cavidades, grietas o desgajes presentes en un 40% en tronco y ramas, anclaje débil y, por tanto, que muestre una estructura natural bien distribuida y estable, así como follaje vigoroso.

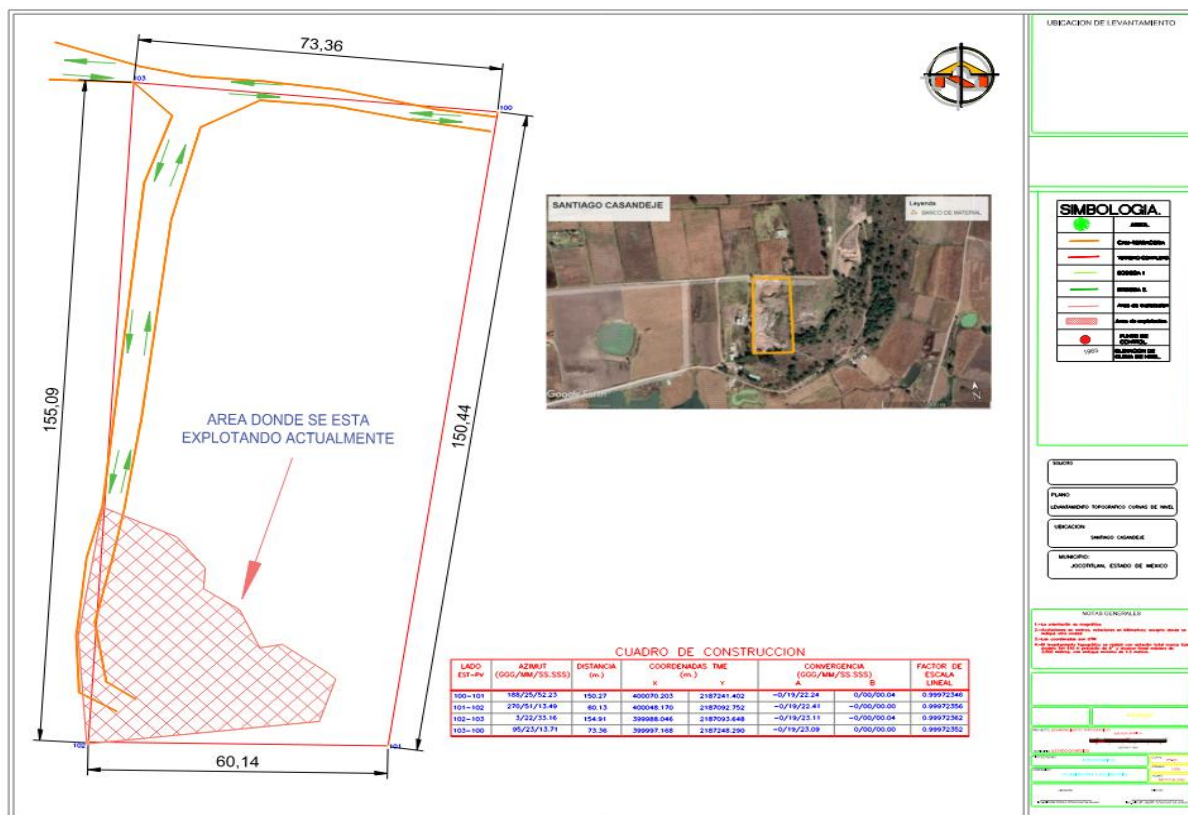
Regular: organismo que puede tener más de una de las condiciones mencionadas en el párrafo anterior siempre y cuando, estas no pongan en peligro la salud de los demás. Se caracterizan por tener una condición media de vigor, con daños menores de insectos o enfermedades, por problemas fisiológicos reflejados en la calidad del follaje, etc. Pueden mostrar daños mecánicos menores, plaga o enfermedades, pero la muerte no es inminente.

Malo: árbol que presenta anclaje débil, inclinación mayor del tronco a los 45° o alguna fitopatología en la madera (de más del 51% en tronco ramas y raíces), o que se encuentre moribundo. También se consideran a todos aquellos individuos que representen un riesgo inmediato a la población y/o sea necesario su retiro.

Muerto: árbol seco con acción de manejo de derribo.

Información específica para proyectos de explotación de bancos de materiales pétreos

Ubicar en un plano topográfico a escala 1:2,000 conteniendo las curvas de nivel a cada 10 metros, los futuros frentes de explotación y los sitios destinados al almacenamiento de material pétreo y tierra fértil.



Conclusiones

Al aplicar la metodología de Leopold, se integraron factores físicos, sociales y económicos que contribuyeron a agilizar el tiempo de respuesta para cada proyecto. Asimismo, se implementaron mejoras en los aspectos metodológicos, ambientales y económicos, y se enriqueció la experiencia laboral. El contar con una mejor comprensión derivada de un análisis específico para cada aspecto aportó resultados significativos, logrando que el tiempo de respuesta se redujera hasta en un 20% en comparación con proyectos evaluados anteriormente.

Dentro de los aspectos marcados como sociales al utilizar la metodología de Leopold fue parte fundamental para generar un esquema más amplio de los beneficios de cada proyecto, al tener un mejor entendimiento al realizarse un análisis específico por cada aspecto que aportó resultados de mejora y una experiencia concreta en el desarrollo de este tipo de evaluación de impacto ambiental.

En los aspectos ambientales, inicialmente solo se consideraban ciertos puntos sin dar la debida importancia a medidas de mitigación que pudieran impactar positivamente el proyecto. Por ello, se implementaron acciones clave como el aprovechamiento del agua pluvial en sanitarios y la conservación de áreas verdes. En este sentido, se aseguró el cumplimiento de la Normatividad aplicable para destinar el 12% de la superficie total de cada proyecto a áreas verdes, según lo establecido en el Código para la Biodiversidad.

Aunque esta disposición legal ya existía, no se estaba aplicando correctamente. Este proceso resultó en una mejor y más rigurosa aplicación de las Normas, Códigos y Fundamentos legales pertinentes. Respecto a los aspectos económicos, la consideración inicial no era lo suficientemente detallada ni puntual. Esto impedía una visualización clara del impacto significativo que cada proyecto podría generar a nivel local o regional, especialmente en función del desarrollo intrínseco de dichos proyectos.

Para garantizar el buen funcionamiento de las instalaciones y evitar afectaciones al medio ambiente, la etapa de operación contempla la aplicación de medidas estrictas en materia de seguridad, operación y protección ambiental, con base en la normatividad aplicable y la

mejora continua. En términos generales, se concluye que los impactos ambientales negativos generados durante la operación del proyecto serán manejados mediante medidas de mitigación y compensación adecuadas, lo que asegurará que el proyecto resulte viable y seguro desde el punto de vista ambiental.

El análisis realizado con la matriz arrojó que, en los Planes de Desarrollo Urbano (PDU), no se contempla la existencia de las Áreas Naturales Protegidas (ANP). Específicamente, estos planes deberían incluir un capítulo dedicado al desarrollo de proyectos dentro de las ANP, especialmente porque en algunos casos la zona ya está impactada sin la debida mitigación.

Aunque los Planes de Manejo de las ANP sí abordan este tema, su omisión en los Planes de Desarrollo Urbano Municipal genera una incongruencia legal y operativa. Esta situación a menudo dificulta que la autoridad municipal pueda solventar los problemas derivados, lo que obliga a recurrir a instancias más especializadas, como la Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna (CEPANAF), para su resolución.

Originalmente, en la evaluación ambiental solo se consideraban ciertos puntos, subestimando la importancia de medidas de mitigación con impacto positivo. Por ello, se impulsó la implementación de acciones clave como el aprovechamiento de agua pluvial en sanitarios y la conservación de áreas verdes. Con base en el Código para la Biodiversidad, se hizo cumplir la Normatividad aplicable para destinar el 12% de la superficie total del proyecto a áreas verdes. Dado que esta disposición legal existía, pero no se aplicaba correctamente, este proceso condujo a una aplicación más rigurosa y efectiva de las Normas, Códigos y Fundamentos legales pertinentes.

Por lo tanto, se concluye que la metodología de Leopold es una herramienta muy útil en la Evaluación de Impacto Ambiental, cuya aplicación es factible desde la perspectiva económica y social, y viable desde el punto de vista ambiental. Se recomienda firmemente implementar las medidas preventivas y de mitigación propuestas en este estudio.

Bibliografía

Aguilar LA y Contreras AL, 2009 25 de enero
https://www.researchgate.net/publication/312280826_La_geografia_ambiental_origenes_a_mbito_de_estudio_y_alcances

Arias, 2007 12 de abril
https://www.formaciondocente.com.mx/06_RinconInvestigacion/01_Documentos/El%20Proyecto%20de%20Investigacion.pdf

Bahía-de-Aguia, 2013 24 de agosto <https://www.geografiafisica.org/2013/02/22/bahia-de-las-aguilas-descripcion-tecnica/>

Biodiversidad mexicana, 2020 13 de octubre <https://www.biodiversidad.gob.mx/>
Bocco G& Urquijo P, 2010 10 de febrero
<https://www.redalyc.org/pdf/102/10225596001.pdf>

CEPANAF, 2021 3 de mayo https://cepanaf.edomex.gob.mx/mejora_regulatoria

De Rojas M, 2006 17 de julio <https://www.redalyc.org/pdf/993/99318655008.pdf>

Decreto Numero 183, 2006 03 de MAYO
<https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC137613/>

Hansen A, 2018 23 de septiembre
<https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9781315625317/environment-media-communication-anders-hansen>

H. Congreso de la Unión, 1988 31 de octubre
https://es.wikipedia.org/wiki/LIV_Legislatura_del_Congreso_de_la_Uni%C3%B3n_de_M%C3%A9xico

HYPERGEO, 2024, 28 de octubre de 2024 <https://hypergeo.eu/cartografia-tematica/?lang=es>

Gobierno del Estado de México, 2018 18 de enero <https://sgg.edomex.gob.mx/2018>

UNAM, 2018 20 de mayo <https://www.planeacion.unam.mx/Memoria/2018/>

Google, 2024 28 de octubre
https://www.google.com/search?q=cartograf%C3%ADa&oq=Cartograf%C3%ADa&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUqBwgAEAAAYgAQyBwgAEAAAYgAQyBwgBEAAAYgAQyBwgCEAAAYgAQyBwgDEAAAYgAQyBwgEEAAAYgAQyBwgFEAAAYgAQyBwgGEAAAYgAQyBwgHE

[AAyGAQyBwgIEAAyGAQyBwgJEAAYjwLSAQk4MzU1ajBqMTWoAgiwAgE&sourceid=chrome&ie=UTF-8](#)

Rau GR y Wooten DC 1980 5 de mayo

<https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2271771>

RedLatinGEO, 2017 25 de octubre https://geoaprende.wordpress.com/wp-content/uploads/2017/11/2017_redlatingeo.pdf

Rosete V., Enríquez H., & Aguirre v. W., 2013. 30 de abril

<https://www.researchgate.net/publication/245225777> El componente del riesgo en el Ordenamiento Ecológico del Territorio el caso del Ordenamiento Ecológico Regional y Marino del Golfo de México y Mar Caribe

SEMARNAT, 2024, 07 de noviembre <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/definicion-y-objetivo-de-la-evaluacion-del-impacto-ambiental>

SEMARNAT, 2011 1 de febrero

https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5286505&fecha=01/02/2013#gsc.tab=0

SMAGEM, 2018 30 de agosto <https://proaire.edomex.gob.mx/>

Villalobos J, 2000 21 de septiembre <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=35641003>